

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2004044494 A

(43) Date of publication of application: 12.02.04

(51) Int. Cl

**F02M 47/00**

**F02M 45/04**

**F02M 45/08**

**F02M 47/02**

(21) Application number: 2002203204

(22) Date of filing: 11.07.02

(71) Applicant:

TOYOTA CENTRAL RES & DEV  
LAB INC

(72) Inventor:

HOTTA YOSHIHIRO  
WAKIZAKA YOSHIFUMI  
KAWAMURA KIYOMI  
NAKAKITA KIYOMI

(54) FUEL INJECTION METHOD IN FUEL INJECTION  
DEVICE

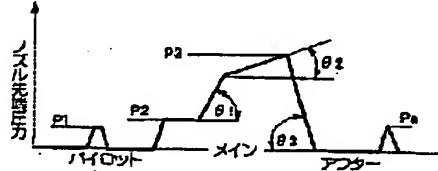
element, thereby the fuel injection patterns with  
extremely high flexibility can be realized.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel injection  
method in a fuel injection device capable of realizing  
successful burning and exhaust characteristics, and  
beside capable of ejecting fuel in optional fuel  
injection patterns so as to enhance the flexibility of  
the fuel injection patterns.

SOLUTION: In this fuel injection device provided with a  
pressure accumulator and a pressure intensifier, an  
injection control valve and a piston control valve are  
controlled independently and phase difference in their  
operations is adjusted, thereby at least any one of the  
maximum injection pressure of fuel ejected from a fuel  
injection nozzle, an injection pressure increasing rate  
when pressure intensifying is started, an injection  
pressure lowering rate when injection is finished, a  
pilot injection pressure or an after injection pressure  
is controlled, and fuel injection is performed. Pressure  
on the way of transition from base common rail pressure  
to static maximum pressure statically fixed by operation  
of the pressure accumulator and pressure intensifier is  
positively utilized and made to be a controlling



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2004-44494

(P2004-44494A)

(43)公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51)Int.C1.7

F 0 2 M 47/00

F I

F 0 2 M 47/00

テーマコード(参考)

E

3 G 0 6 6

F 0 2 M 45/04

F 0 2 M 47/00

B

F 0 2 M 45/08

F 0 2 M 47/00

L

F 0 2 M 47/02

F 0 2 M 47/00

P

F 0 2 M 45/04

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L

(全34頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2002-203204(P2002-203204)

(22)出願日

平成14年7月11日(2002.7.11)

(71)出願人 000003609

株式会社豊田中央研究所

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1

(74)代理人 100079049

弁理士 中島 淳

(74)代理人 100084995

弁理士 加藤 和詳

(72)発明者 堀田 義博

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 脇坂 佳史

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番  
地の1株式会社豊田中央研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料噴射装置における燃料噴射方法

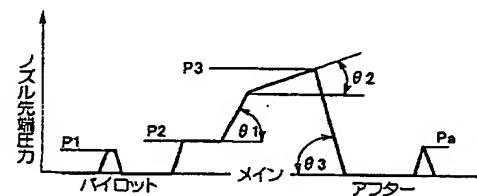
## (57)【要約】

【課題】 良好的な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能で燃料噴射パターンの自由度が拡大する燃料噴射装置における燃料噴射方法を得る。

【解決手段】 蓄圧器と増圧器とを備えた燃料噴射装置において、噴射制御弁とピストン制御弁とをそれぞれ独立して制御し両者の作動の位相差を調整することにより、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の噴射圧力の増加率、噴射終了時の噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力のうちの少なくとも何れか一つを制御して燃料噴射を履行する。すなわち、ベースコモンレール圧から蓄圧器及び増圧器の作動によって静的に決まる静的最高圧力へ移行する間の途中の圧力を積極的に利用して噴射の制御要素とすることで、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

【選択図】

図1



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】**

燃料噴射ノズル内の燃料溜に主油路を介して連通され、燃料加圧ポンプから圧送される燃料油を所定の圧力にして蓄圧する蓄圧器と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の途中に設けられ、前記燃料噴射ノズル側から前記蓄圧器側への燃料圧力流出を遮断する圧力遮断弁と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において連通する噴射制御用油室と、

前記噴射制御用油室に設けられ、前記噴射制御用油室に燃料油圧を作用させることにより前記燃料噴射ノズル内のニードル弁を閉止せしめ、前記噴射制御用油室の燃料油を除去することにより前記ニードル弁を開放して燃料噴射を履行せしめる噴射制御弁と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において前記燃料噴射ノズルと前記噴射制御用油室に連通する増圧器と、

前記増圧器を作動させることにより、前記圧力遮断弁よりも下流側の燃料圧力を増大せしめる増圧器制御手段と、

を備えた燃料噴射装置における燃料噴射方法において、

前記噴射制御弁と前記増圧器制御手段とをそれぞれ独立して制御し前記両者の作動の位相差を調整することにより、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力、増圧開始後の当該噴射圧力の増加率、噴射終了直前の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力のうちの少なくとも何れか一つを任意に変化させて燃料噴射を履行する、

ことを特徴とする燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項 2】**

前記蓄圧器による前記燃料油の所定の圧力を運転条件に応じて最適に変化させることにより、前記燃料噴射を履行する、ことを特徴とする請求項 1 記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項 3】**

前記燃料噴射ノズルによる燃料噴射量が最大噴射量時に、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の圧力増加期間が、全噴射期間の  $1/3$  以上を占めるように設定した、ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項 4】**

前記増圧器制御手段によって前記増圧器を作動させる際に、前記蓄圧器及び増圧器の作動によって前記増圧器の幾何学的増圧比と前記蓄圧器圧力により静的に決まる静的最高圧力に達する途中の時点で、前記噴射制御弁を作動させて前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を開始すると共に、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力を、前記静的最高圧力以下に設定した、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項 5】**

前記噴射制御弁によって前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を停止する際に、前記燃料噴射ノズル内のニードル弁が完全に閉止する以前に、前記増圧器制御手段の作動を停止させて前記増圧器を停止し、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射圧力を、所定の圧力まで低下させる、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れか 1 項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項 6】**

前記燃料噴射ノズル内のニードル弁の開放速度及び閉止速度を、前記燃料噴射ノズル内の燃料溜及び前記噴射制御用油室の燃料圧力が増加するに従って速くなるように設定した、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 の何れか 1 項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項 7】**

前記燃料噴射ノズルから燃料のアフター噴射を履行する際に、当該アフター噴射を開始す

10

20

30

40

50

る以前に前記増圧器制御手段の作動を停止させて前記増圧器を停止し、前記蓄圧器による所定の圧力と前記蓄圧器及び増圧器の作動によって静的に決まる静的最高圧力との間の中間の圧力で前記アフター噴射を履行する、ことを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れか1項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項8】**

機関の1サイクルにおいて前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を複数回に分けて行う多段噴射を履行する場合に、前記増圧器制御手段によって少なくとも2回以上に分けて前記増圧器を作動させる、ことを特徴とする請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

10

**【請求項9】**

燃料噴射ノズル内の燃料溜に主油路を介して連通され、燃料加圧ポンプから圧送される燃料油を所定の圧力にして蓄圧する蓄圧器と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の途中に設けられ、前記燃料噴射ノズル側から前記蓄圧器側への燃料圧力流出を遮断する圧力遮断弁と、

前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において連通する噴射制御用油室と、

前記噴射制御用油室に設けられ、前記噴射制御用油室に燃料油圧を作用させることにより前記燃料噴射ノズル内のニードル弁を閉止せしめ、前記噴射制御用油室の燃料油を除去することにより前記ニードル弁を開放して燃料噴射を履行せしめる噴射制御弁と、

シリンダ及びピストンを有し、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において前記燃料噴射ノズルと前記噴射制御用油室に連通する増圧器と、

20

前記蓄圧器からの燃料を前記シリンダ内へ流入させることによりまたは前記シリンダ内の燃料を流出させることにより前記増圧器のピストンを移動させて、前記圧力遮断弁よりも下流側の燃料圧力を増大せしめるピストン制御弁と、

を備えた燃料噴射装置における燃料噴射方法において、

前記増圧器のピストンの移動速度を制御することにより、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、バイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力のうちの少なくとも何れか一つを任意に変化させて燃料噴射を履行する、

30

ことを特徴とする燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項10】**

前記噴射制御弁と前記ピストン制御弁とをそれぞれ独立して制御し前記両者の作動の位相差を調整することにより、前記燃料噴射を履行する、ことを特徴とする請求項9記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項11】**

前記増圧器のピストンの移動速度の制御は、前記ピストン制御弁による前記シリンダの前記燃料流路面積を変化させることにより行われる、ことを特徴とする請求項9または請求項10に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

40

**【請求項12】**

前記燃料噴射ノズル内のニードル弁の開放期間中に、前記ピストン制御弁による前記シリンダの前記燃料流路面積を変化させる、ことを特徴とする請求項11に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項13】**

機関の1サイクルにおいて前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を複数回に分けて行う多段噴射を履行する場合に、前記ピストン制御弁による前記シリンダの前記燃料流路最大面積を各噴射に応じてそれぞれ独自に設定した、ことを特徴とする請求項11または請求項12に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項14】**

前記ピストン制御弁の開閉を短時間に周期的に行うことにより、前記シリンダの前記燃料

50

流路面積を実質的に変化させる、ことを特徴とする請求項11乃至請求項13の何れか1項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項15】**

前記ピストン制御弁の開閉周期を変化させる、ことを特徴とする請求項14記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【請求項16】**

機関の1サイクルにおいて前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を複数回に分けて行う多段噴射を履行する場合に、前記ピストン制御弁の開閉周期を各噴射に応じてそれぞれ独自に設定した、ことを特徴とする請求項15に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【産業上の利用分野】**

本発明は加圧された燃料油を燃料噴射ノズルから噴射する燃料噴射装置における燃料噴射方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

高圧フィードポンプにより圧送した燃料を蓄圧器（所謂、コモンレール）によって蓄圧し、この燃料を所定のタイミングで燃料噴射ノズルからエンジンのシリンダ内に噴射する蓄圧式（コモンレール式）の燃料噴射装置が知られている。

**【0003】**

このような蓄圧式の燃料噴射装置では、エンジンの回転数が低速になっても所定の燃料噴射圧力を維持することができ（燃料噴射圧力が低下することなく）、高圧による燃料噴射によって燃費の向上や高出力化に大いに寄与している。

**【0004】**

ところで、良好なエミッションの実現（排気ガスのクリーン化）に対しては、燃料噴射装置におけるノズル噴射口の小径化が有効であることが知られている。しかしながら、反面、従来の蓄圧式の燃料噴射装置（コモンレール噴射系）の噴射圧では、現状の噴射口径よりさらに小さなものを使用すると、高エンジン回転数、高負荷領域では噴射期間が長くなりすぎるので、高出力化に対して不利であると推測される。

**【0005】**

また近年、小型ディーゼルエンジンでは、高回転数化が図られる傾向にある。ここで、エンジン筒内の気流速度はエンジン回転数にほぼ比例して増加する。そのため、同じ噴射圧では、高回転数時には低回転数時と比較して噴霧が流され易くなつて筒内の空気利用率が低下して、スモーク（黒煙）を排出しやすくなる。したがつて、これを改善するには、噴射圧の更なる高圧化が望まれる。しかしながら、前述の如き従来の蓄圧式の燃料噴射装置（コモンレール噴射系）では、蓄圧器内に常時所定の圧力を蓄圧する構成である（例えば、現状のコモンレール噴射系は、最大噴射圧が130 MPa程度である）、装置の強度の点から、これ以上に大幅に高圧化することに限界がある（換言すれば、従来に増して噴射圧力を超高噴射圧化することは困難である）。

**【0006】**

一方、このような蓄圧式の燃料噴射装置において更に増圧装置を設けた燃料噴射装置が提案されている（例えば、特開平8-21332号公報）。

**【0007】**

前記公報に示された燃料噴射装置では、蓄圧器（コモンレール）から送出された加圧燃料油をピストン作動用切替弁の作用によって更に加圧する増圧装置が設けられている。この増圧装置は、大径ピストン及び小径ピストンからなる増圧ピストンと、ピストン作動用切替弁に連通する複数の油路を備えており、燃料加圧ポンプから送出された燃料は蓄圧器からピストン作動用切替弁を介して増圧装置内に流入し、さらに、噴射ノズル制御用の噴射制御用油室（インジェクタ制御室）、並びに噴射ノズルに供給されるようになっている。燃料を噴射する際には、噴射制御用油室に設けられた燃料噴射制御用切替弁によって、蓄

10

20

30

40

50

圧器からの燃料油を直接（そのまま）噴射ノズルに送って噴射する低圧噴射と、増圧装置にて更に加圧した燃料油を噴射ノズルに送って噴射する高圧噴射と、を切替制御する構成となっている。したがって、エンジンの運転状況に適した燃料噴射形態とすることができる。

【0008】

しかしながら、この燃料噴射装置では、以下のような問題を生じる欠点があった。

【0009】

すなわち、前記燃料噴射装置では、蓄圧器から増圧器の大径ピストン側への燃料入口面積、及びピストン作動用切替弁に連通する増圧器の小径ピストン側の燃料出口面積が一定の構成であることから、増圧器を作動させたときの燃料圧力の時間履歴は蓄圧器の燃料圧力によって一義的に決定される。その例を、図27(A)及び図27(B)に示す。図27(A)に示す如く、横軸を時間(秒)で表すと、増圧器下流の燃料圧力の時間履歴はエンジン回転数に依存しない。これに対して、図27(B)に示す如く、横軸をエンジンクラク角で表すと、エンジン回転数が高いほど圧力上昇が緩慢になる。そのため、特に高負荷においては、エンジン回転数が高いほどクラク角度ベースでの噴射期間を長く設定せざるを得ない。このように噴射期間が長くなり過ぎることは、高出力化に対して阻害要因であり、好ましくない。

10

【0010】

これを避ける一手法として、高エンジン回転数ほど蓄圧器(コモンレール)の燃料圧力を増加させて、増圧器に作用する力を増加し、増圧ピストン下流の燃料圧力の上昇率を増加させることが挙げられる。ただし、中・高負荷領域においては、メイン噴射の噴射圧力は高圧を必要とし、しかもこのとき、騒音低減、排気改善を狙ってパイロット噴射(メイン噴射の前に燃料噴射すること)、またはマルチ噴射(複数回の燃料噴射)が実施されるが、このパイロット噴射の噴射圧力の最適値はメイン噴射圧力とは異なり、一般にそれより低い圧力である。その理由は、圧縮上死点よりかなり早期に噴射するため、筒内の空気温度、密度が低いことにより、噴射圧を高く設定し過ぎると噴射の貫徹力が過度に大きくなつてシリンダライナ面に燃料付着を生じさせるためである。しかしながら、提案された前記燃料噴射装置において高エンジン回転数領域で高噴射圧を発生させるには、増圧器の大径ピストンに作用させる燃料圧力(蓄圧器の燃料圧力)を高める必要があるため、蓄圧器の燃料をそのまま噴射するパイロット噴射時の噴射圧力が最適値より高くなり過ぎ、シリンダライナ面への燃料付着が避けられず、未燃H C、あるいはスモーク生成要因となることが推測される。

20

30

【0011】

一方、高エンジン回転数時に適したパイロット噴射(蓄圧器の燃料圧力)と増圧器作動時の増圧ピストン下流圧力が適切に得られるように設定すると(例えば、増圧ピストン大径側への燃料通路を拡大して流路抵抗を減少させると)、低エンジン回転数時には増圧器作動時におけるクラク角ベースでの増圧ピストン下流の燃料圧力の上昇が急峻になる。これによって初期噴射率が高くなり過ぎ、予混合燃焼割合が増加してNO<sub>x</sub>と騒音が悪化する。これを避けるために、低エンジン回転数時の蓄圧器の燃料圧力を低下させてメイン噴射の初期噴射率が適切になるようにすると、蓄圧器の燃料圧力で噴射するパイロット噴射の微粒化状態が悪化し、スモークの発生につながる。

40

【0012】

これに対して、例えば図28に示すように、増圧器作動時における増圧ピストン下流の燃料圧力上昇率が時間と共に増加する特性にすれば、高エンジン回転数、高負荷時においても最適なパイロット噴射の燃料圧力(蓄圧器の燃料圧力)に設定した状態で、メイン噴射は高い燃料圧力(増圧ピストン下流の燃料圧力)も確保できる。これによって、前記のような問題点を解決できるので、低NO<sub>x</sub>、低騒音、高出力なエンジンを実現することが可能となるが、従来ではこのような設定が成されていなかった。

【0013】

この他に、従来、増圧装置付コモンレール(WO0055496)や、油圧とカムの増圧

50

式インジェクションシステム（DE 4 1 1 8 2 3 7、DE 4 1 1 8 2 3 6）が提案されている。しかしながら、これらは、本発明のように噴射系の挙動を動的な過渡現象としてとらえているのと異なり、圧力の変化する期間（圧力の傾斜期間）は低圧から高圧へ圧力が変化する移行期間としてとらえているため、増圧に関する各種の制御等に実用上の課題を有するものである。

#### 【0014】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は上記事実を考慮し、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器の燃料圧力によって一義的に決定されることが無くて良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能で燃料噴射パターンの自由度が拡大する（すなわち、燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力等を自由に設定できる）燃料噴射装置における燃料噴射方法を得ることが目的である。

10

#### 【0015】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、燃料噴射ノズル内の燃料溜に主油路を介して連通され、燃料加圧ポンプから圧送される燃料油を所定の圧力にして蓄圧する蓄圧器と、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の途中に設けられ、前記燃料噴射ノズル側から前記蓄圧器側への燃料圧力流出を遮断する圧力遮断弁と、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において連通する噴射制御用油室と、前記噴射制御用油室に設けられ、前記噴射制御用油室に燃料油圧を作用させることにより前記燃料噴射ノズル内のニードル弁を閉止せしめ、前記噴射制御用油室の燃料油を除去することにより前記ニードル弁を開放して燃料噴射を履行せしめる噴射制御弁と、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において前記燃料噴射ノズルと前記噴射制御用油室に連通する増圧器と、前記増圧器を作動させることにより、前記圧力遮断弁よりも下流側の燃料圧力を増大せしめる増圧器制御手段と、を備えた燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記噴射制御弁と前記増圧器制御手段とをそれぞれ独立して制御し前記両者の作動の位相差を調整することにより、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力、増圧開始後の当該噴射圧力の増加率、噴射終了直前の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力のうちの少なくとも何れか一つを任意に変化させて燃料噴射を履行する、ことを特徴としている。

20

#### 【0016】

請求項1記載の燃料噴射率制御方法が適用される燃料噴射装置は、蓄圧器、圧力遮断弁、噴射制御用油室、噴射制御弁、増圧器、及び増圧器制御手段を備えている。増圧器には、蓄圧器からの（ベースコモンレール圧力）燃料が供給され、これが増圧される。またここで、燃料噴射ノズルに対して、「蓄圧器、圧力遮断弁、噴射制御用油室、噴射制御弁」によって蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）が構成され、しかも、この蓄圧器噴射系と並列に増圧器が配置された構成となっている。換言すれば、燃料噴射ノズルに対して、「増圧器、増圧器制御手段、噴射制御用油室、噴射制御弁」によって増圧器噴射系（ジャーク式噴射系）が構成される。

30

#### 【0017】

蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）によって燃料を噴射する際には、増圧器制御手段によって増圧器を不作動状態とし、さらに、蓄圧器からの燃料油が圧力遮断弁を介して燃料噴射ノズル内の燃料溜に圧送される。このとき、噴射制御弁によって噴射制御用油室の燃料油を除去することで、蓄圧器からの燃料油が直接（そのまま）燃料噴射ノズルから噴射される。

40

#### 【0018】

一方、増圧器噴射系（ジャーク式噴射系）によって燃料を噴射する際には、増圧器制御手

50

段によって増圧器を作動状態とする。すると、増圧器によって更に加圧された燃料油が燃料噴射ノズル内の燃料溜及び噴射制御用油室に圧送される。このとき、噴射制御弁によって噴射制御用油室の燃料油を除去することで、前記増圧器にて増圧された燃料油が燃料噴射ノズルから噴射される。

【0019】

このように、当該燃料噴射装置では、蓄圧器からの燃料油をそのまま燃料噴射ノズルに送って噴射する低圧噴射と、増圧器にて更に加圧した燃料油を燃料噴射ノズルに送って噴射する高圧噴射と、を切替制御して燃料噴射することができる。したがって、当該燃料噴射装置は、基本的に以下の効果を奏するものである。

10

【0020】

▲1▼ 増圧器には蓄圧器からの（ベースコモンレール圧力の）燃料が供給され、これを増圧して噴射するので、従来のコモンレール噴射系による噴射圧を越える超高噴射圧化を実現できる。したがって、高エンジン回転数、高負荷時においても適切な噴射期間内に燃料を噴射することができ、より高速化が図れる。また、噴口径の小径化による噴霧の微粒化改善と噴射圧の超高压化による燃焼改善を噴射期間の大幅な延長なしに行なうことが可能であり、これによって、燃焼室内の酸素を有効に活用することができるので、高回転数においてもスモーク排出が少ない良好な燃焼状態を実現できる。これによって、低エミッションで高出力なエンジンを実現できる。さらに、超高噴射圧力を常時蓄圧する必要がないため、所定の高噴射圧を常時蓄圧する従来のコモンレール噴射系と比較して、噴射系の強度の点から有利であり、低コスト化を図ることもできる。

20

【0021】

▲2▼ 蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）と増圧器が並列配置されており、圧力遮断弁より下流の燃料圧力がコモンレール圧以下になると、蓄圧器から燃料が補給される構造であるので、メイン噴射の後にアフター噴射する場合においてもコモンレール圧よりも低圧で燃料が噴射されることはない。これによって、良好な微粒化状態の噴霧がアフター噴射されるので、アフター噴射された燃料自身がスモークの発生原因になることがなく、アフター噴射された燃料が燃焼場を搅乱することや、燃焼場の温度を上昇させることによる燃焼促進効果を最大限に引き出すことができる。

30

【0022】

また、中・高負荷領域においては、メイン噴射の噴射圧力は高圧を必要とし、しかもこのとき、騒音低減、排気改善を狙ってメイン噴射の前にパイロット噴射（または、マルチパイロット噴射）が実施されるが、このパイロット噴射の噴射圧力の最適値はメイン噴射圧力とは異なり、一般にそれより低い圧力である。このような場合にも、低圧噴射と高圧噴射とを切替制御して燃料噴射することができるため、パイロット噴射とメイン噴射とで各自最適な噴射圧力を設定することができる。

40

【0023】

さらに、噴射の初期をコモンレール圧で噴射し、中期から増圧器を作動させて高圧噴射することや、噴射初期に増圧器を作動させて高圧噴射し、中期に増圧器を停止してコモンレール圧で噴射すること等、コモンレール圧での噴射と、増圧器を作動させた噴射とを自在に組み合わせて噴射することが可能である。このように、噴射パターンの自由度が大きい。

【0024】

▲3▼ 従来では、増圧装置を作動させて噴射した後に次ぎの噴射に備える際に、キャビテーションが油路に発生してエロージョンが生じる可能性が有り、燃料噴射システムの耐久性が著しく悪化する原因であった。これに対し、請求項1記載の燃料噴射装置では、蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）と増圧器が並列配置されており、圧力遮断弁より下流の燃料圧力がコモンレール圧以下になると、コモンレールから燃料が補給される構造であるので、燃料圧力が燃料の蒸気圧以下になることがない。そのため、キャビテーション発生による油路のエロージョンの心配がないので、耐久性が格段に向上する。

【0025】

50

▲ 4 ▼ 蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）と増圧器が並列配置されているので、蓄圧器と増圧器との間が遮断された状態で仮に増圧器が故障してもコモンレール圧で噴射できる。このため、エンジンが突然に停止することがない。

【0026】

ここで、請求項1記載の燃料噴射方法では、燃料噴射するに際して、噴射制御弁と増圧器制御手段とがそれぞれ独立して制御され、両者の作動の位相差が調整される。これにより、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力のうちの少なくとも何れか一つが、例えばエンジン回転数や負荷状態に応じた最適な値に制御されて燃料噴射が履行される。

10

【0027】

換言すれば、ニードル弁が開放されて燃料噴射が履行される際に蓄圧器による燃料圧（ベースコモンレール圧）と増圧器の作動による燃料上昇圧を高い自由度で制御することで、例えばエンジン回転数や負荷状態に応じた最適な燃料噴射パターンとなるように、ニードル弁の開放タイミング（噴射制御弁の作動）と増圧器の作動タイミング（増圧器制御手段の作動）の位相差が調整されて燃料噴射が履行される。

20

【0028】

すなわち、当該燃料噴射装置における燃料噴射方法によれば、増圧器の作動により噴射圧力が漸増するのに対し、噴射の時期をニードル弁の開放タイミングで選択できるため、燃料の噴射圧及び噴射率に基づいた燃料噴射パターンの制御が可能になる。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

20

【0029】

例えば、図1に例示するように、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射を行うマルチ噴射を実施する場合に、パイロット噴射圧力（P<sub>1</sub>）、メインブーツ噴射圧力（P<sub>2</sub>）、メイン噴射最高圧力（P<sub>3</sub>）、アフター噴射圧力（P<sub>a</sub>）、ブーツ噴射期間終了後圧力上昇率（θ<sub>1</sub>）、最高噴射圧到達直前圧力上昇率（θ<sub>2</sub>）、メイン噴射終了時の圧力降下率（θ<sub>3</sub>）等を、自由に制御（設定し履行）することができる。

30

【0030】

このように、請求項1記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法では、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器の燃料圧力によって一義的に決定されることが無くて良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、蓄圧器による燃料圧（ベースコモンレール圧）と増圧器の作動による静的最高圧力との間の圧力を積極的に利用して噴射の制御要素とするため、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能で燃料噴射パターンの自由度が拡大する（すなわち、燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力等を自由に設定できる）。

30

【0031】

また、請求項2に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項1記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記蓄圧器による前記燃料油の所定の圧力を運転条件に応じて最適に変化させることにより、前記燃料噴射を履行する、ことを特徴としている。

40

【0032】

すなわち、蓄圧器による燃料油の所定の圧力（ベースコモンレール圧）は、全エンジン作動域において一定である必要はなく、請求項2記載の燃料噴射方法の如く、当該蓄圧器による燃料油の所定の圧力（ベースコモンレール圧）を変化させれば、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うこと（燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力等を自由に設定すること）に対して更に一層効果的である。

【0033】

また、請求項3に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項1または請求

50

項2に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記燃料噴射ノズルによる燃料噴射量が最大噴射量時に、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の圧力増加期間が、全噴射期間の1/3以上を占めるように設定した、ことを特徴としている。

【0034】

これにより、前記任意の燃料噴射パターンでの燃料噴射（燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力等）の制御を適切に行うことができる。

【0035】

また、請求項4に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項1乃至請求項3の何れか1項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記増圧器制御手段によって前記増圧器を作動させる際に、前記蓄圧器及び増圧器の作動によって前記増圧器の幾何学的増圧比と前記蓄圧器圧力により静的に決まる静的最高圧力に達する途中の時点で、前記噴射制御弁を作動させて前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を開始すると共に、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力を、前記静的最高圧力以下に設定した、ことを特徴としている。

10

【0036】

これにより、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射圧力の増加率を任意に設定（可変）することができ、仮に蓄圧器による燃料油の所定の圧力（ベースコモンレール圧）及び増圧器による静的最高圧力（増圧比）が一定の場合であっても、任意の燃料噴射パターン（噴射圧力の増加率）で燃料噴射を履行することができる。

20

【0037】

また、請求項5に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記噴射制御弁によって前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を停止する際に、前記燃料噴射ノズル内のニードル弁が完全に閉止する以前に、前記増圧器制御手段の作動を停止させて前記増圧器を停止し、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射圧力を、所定の圧力まで低下させる、ことを特徴としている。

【0038】

これにより、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射終了時の当該噴射圧力の低下率を任意に設定（可変）することができ、噴射率設定の自由度を高めることができる。

30

【0039】

また、請求項6に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記燃料噴射ノズル内のニードル弁の開放速度及び閉止速度を、前記燃料噴射ノズル内の燃料溜及び前記噴射制御用油室の燃料圧力が増加するに従って速くなるように設定した、ことを特徴としている。

【0040】

これにより、燃料噴射ノズル内の燃料溜及び噴射制御用油室の燃料圧力が高いほどニードル弁の開放速度及び閉止速度が速くなって、シートチョーク領域（ノズルシートの実質的開口面積がノズル噴孔総面積よりも少ない領域）を素早く通過することになり（シートチョーク期間が短くなり）、また、前記燃料圧力が低いほどニードル弁の開放速度及び閉止速度が遅くなっている、シートチョーク領域をゆっくり通過することになる（シートチョーク期間が長くなる）。したがって、前記任意の燃料噴射パターンでの燃料噴射（増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率等）の制御をより一層適切に行うことができる。またしかも、前記燃料圧力が低いほどニードル弁の開放速度及び閉止速度が遅くなっているため、増圧器の作動を停止する時期が幾らか変動しても、噴射量が実質的に均一になるように作用し、噴射量のバラツキを低減することができる効果も奏する。

40

【0041】

また、請求項7に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項1乃至請求項

50

6の何れか1項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記燃料噴射ノズルから燃料のアフター噴射を履行する際に、当該アフター噴射を開始する以前に前記増圧器制御手段の作動を停止させて前記増圧器を停止し、前記蓄圧器による所定の圧力と前記蓄圧器及び増圧器の作動によって静的に決まる静的最高圧力との間の中間の圧力で前記アフター噴射を履行する、ことを特徴としている。

#### 【0042】

ここで、例えば、単に蓄圧器による燃料油の所定の圧力（ベースコモンレール圧）と増圧器の作動による静的最高圧力の2つの圧力でのみ燃料噴射を行うとし、ストート（カーボン等）を低減させるためにメイン噴射の後に狭い間隔で高い噴射圧力によるアフター噴射を行うか、あるいは、排気ガスの後処理をするために低い噴射圧力でアフター噴射することが考えられる。しかしながら、前述の如くメイン噴射の後に狭い間隔で高い噴射圧力によるアフター噴射を行う場合に、当該噴射圧力が高すぎると、NO<sub>x</sub>の増加や燃焼騒音の増加を招くことになる。すなわち、ストート（煤、カーボン等）の低減のみを考慮して高い噴射圧力によるアフター噴射を行うことがよいのではなく、当該噴射圧力には最適な圧力が存在する。一方、排気ガスの後処理をするためにアフター噴射する場合においても、当該噴射圧力が低すぎると、噴霧の微粒化悪化によりストートやPM（粒子状物質）が増加するという問題が生じる。また、当該噴射圧力が高すぎると、燃料が機関の壁面に付着してピストンリングの固着やオイル希釈という問題が生じると共に、エミッションの悪化を招くことになる。すなわち、排気ガスの後処理をするためにアフター噴射する場合においても、当該噴射圧力には最適な圧力が存在する。このように、単に蓄圧器による所定の圧力（ベースコモンレール圧）と増圧器の作動による静的最高圧力の2つの圧力でのみ燃料噴射を行う場合には、全てに対応できる最適な燃料噴射を履行することができない。

10

20

30

#### 【0043】

この点、請求項7記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法では、アフター噴射を履行する際に、当該アフター噴射を開始する以前に増圧器を停止し、蓄圧器による所定の圧力（ベースコモンレール圧）と増圧器の作動による静的最高圧力との間の中間の圧力でアフター噴射を履行するため、増圧器の停止時期を調整（制御）することにより、全てに対応できる最適な任意の噴射圧力でアフター噴射を履行することができる。

#### 【0044】

また、請求項8に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、機関の1サイクルにおいて前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を複数回に分けて行う多段噴射を履行する場合に、前記増圧器制御手段によって少なくとも2回以上に分けて前記増圧器を作動させる、ことを特徴としている。

40

#### 【0045】

これにより、噴射パターンの自由度をより一層拡大することができる。

#### 【0046】

一方、請求項9に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、燃料噴射ノズル内の燃料溜に主油路を介して連通され、燃料加圧ポンプから圧送される燃料油を所定の圧力にして蓄圧する蓄圧器と、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の途中に設けられ、前記燃料噴射ノズル側から前記蓄圧器側への燃料圧力流出を遮断する圧力遮断弁と、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において連通する噴射制御用油室と、前記噴射制御用油室に設けられ、前記噴射制御用油室に燃料油圧を作用させることにより前記燃料噴射ノズル内のニードル弁を閉止せしめ、前記噴射制御用油室の燃料油を除去することにより前記ニードル弁を開放して燃料噴射を履行せしめる噴射制御弁と、シリンダ及びピストンを有し、前記燃料噴射ノズルと蓄圧器とを連通する前記主油路の前記圧力遮断弁よりも下流側において前記燃料噴射ノズルと前記噴射制御用油室に連通する増圧器と、前記蓄圧器からの燃料を前記シリンダ内へ流入させることによりまた前記シリンダ内の燃料を流出させることにより前記増圧器のピストンを移動させて、前記圧力遮断弁よりも下流側の燃料圧力を増大せしめるピストン制御弁

50

と、を備えた燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記増圧器のピストンの移動速度を制御することにより、前記燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力のうちの少なくとも何れか一つを任意に変化させて燃料噴射を履行する、ことを特徴としている。

【0047】

請求項9記載の燃料噴射率制御方法が適用される燃料噴射装置は、基本的に前述した請求項1記載の燃料噴射率制御方法が適用される燃料噴射装置と同様の構成であり、さらに、同様の効果を奏するものである。

10

【0048】

またここで、請求項9記載の燃料噴射方法では、燃料噴射するに際して、増圧器のピストンの移動速度が制御されて、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力のうちの少なくとも何れか一つが、例えばエンジン回転数や負荷状態に応じた最適な値に調整されて燃料噴射が履行される。

20

【0049】

換言すれば、ニードル弁が開放されて燃料噴射が履行される際に蓄圧器による燃料圧（ベースコモンレール圧）と増圧器の作動による燃料上昇圧（降下圧）が、例えばエンジン回転数や負荷状態に応じた最適な燃料噴射パターンとなるように、増圧器のピストンの移動速度が制御されて燃料噴射が履行される。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現でき、前述した請求項1記載の燃料噴射率制御方法と同様の効果を奏するものである。

20

【0050】

例えば、図1に例示するように、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射を行うマルチ噴射を実施する場合に、パイロット噴射圧力（ $P_1$ ）、メインブース噴射圧力（ $P_2$ ）、メイン噴射最高圧力（ $P_3$ ）、アフター噴射圧力（ $P_a$ ）、ブース噴射期間終了後圧力上昇率（ $\theta_1$ ）、最高噴射圧到達直前圧力上昇率（ $\theta_2$ ）、メイン噴射終了時の圧力降下率（ $\theta_3$ ）等を、自由に制御（設定し履行）することができる。

30

【0051】

このように、請求項9記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法では、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器の燃料圧力と増圧器の幾何学的寸法諸元によって一義的に決定されることが無くて良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能で燃料噴射パターンの自由度が拡大する（すなわち、燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力等を自由に設定できる）。

40

【0052】

また、請求項10に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項9記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記噴射制御弁と前記ピストン制御弁とをそれぞれ独立して制御し前記両者の作動の位相差を調整することにより、前記燃料噴射を履行する、ことを特徴としている。

40

【0053】

すなわち、燃料の噴射パターンを調整するために増圧器のピストンの移動速度を制御するのみならず、噴射制御弁とピストン制御弁の作動の位相差をも調整するため（請求項1記載の燃料噴射方法をも併せて構成したため）、より一層適切で任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能となり燃料噴射パターンの自由度が拡大する。

50

【0054】

さらにここで、燃料の噴射パターンを調整するために増圧器のピストンの移動速度を制御する具体的手法としては、請求項11記載のものが好適である。

【0055】

すなわち、請求項 11 に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項 9 または請求項 10 に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記増圧器のピストンの移動速度の制御は、前記ピストン制御弁による前記シリンダの前記燃料流路面積を変化させることにより行われる、ことを特徴としている。

【0056】

請求項 11 記載の燃料噴射方法では、ピストン制御弁によりシリンダの燃料流路面積が変更されて、ピストンの移動速度が制御される。すなわち、ピストン制御弁によりシリンダの燃料流路面積が変更されると、シリンダ内への燃料の流入量または流出量が変更されてピストンの移動速度が変更され、燃料噴射ノズルから噴射される燃料の噴射パターンが最適な値に制御されて燃料噴射が履行される。したがって、非常に自由度の高い燃料噴射パターンを実現できる。

10

【0057】

またこの場合、ピストン制御弁においてシリンダの燃料流路面積を制御（変更）するに当たっては、例えば、ピストン制御弁の移動量（リフト量）に対して当該流路の開口面積が変化するような構成にすることで実現可能である。また、ピストン制御弁の移動（リフト）を途中で（中間位置で）止めるように位置制御を行うといった方法を用いれば更に有効となる。

20

【0058】

また、請求項 12 に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項 11 に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記燃料噴射ノズル内のニードル弁の開放期間中に、前記ピストン制御弁による前記シリンダの前記燃料流路面積を変化させる、ことを特徴としている。

20

【0059】

これにより、燃料噴射期間中に当該噴射圧力の増加率や低下率を任意に変更（設定）することができる。

【0060】

また、請求項 13 に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項 11 または請求項 12 に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、機関の 1 サイクルにおいて前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を複数回に分けて行う多段噴射を履行する場合に、前記ピストン制御弁による前記シリンダの前記燃料流路最大面積を各噴射に応じてそれぞれ独自に設定した、ことを特徴としている。

30

【0061】

これにより、より一層好適な燃料噴射を履行することができる。

【0062】

さらにここで、前記ピストン制御弁によりシリンダの燃料流路面積を変更することで燃料の噴射率を制御する具体的手法としては、請求項 14 または請求項 15 に記載のものも適用できる。

40

【0063】

すなわち、請求項 14 に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項 11 乃至請求項 13 の何れか 1 項に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記ピストン制御弁の開閉を短時間に周期的に行うことにより、前記シリンダの前記燃料流路面積を実質的に変化させる、ことを特徴としている。

【0064】

また、請求項 15 に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項 14 記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、前記ピストン制御弁の開閉周期を変化させる、ことを特徴としている。

50

【0065】

さらに、請求項 16 に係る発明の燃料噴射装置における燃料噴射方法は、請求項 15 に記載の燃料噴射装置における燃料噴射方法において、機関の 1 サイクルにおいて前記燃料噴射ノズルからの燃料噴射を複数回に分けて行う多段噴射を履行する場合に、前記ピストン

制御弁の開閉周期を各噴射に応じてそれぞれ独自に設定した、ことを特徴としている。

【0066】

これにより、より一層好適な燃料噴射を履行することができる。

【0067】

【発明の実施の形態】

【噴射装置の基本的構成】

(構成例1)

図2には、本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置30の全体構成が示されている。

【0068】

燃料噴射装置30は、蓄圧器(コモンレール)32を備えている。この蓄圧器32は、燃料噴射ノズル34内の燃料溜62に主油路36を介して連通されており、燃料加圧ポンプ38から圧送される燃料油をエンジン回転数や負荷に応じて所定の圧力で蓄圧することができる。また、燃料噴射ノズル34と蓄圧器32とを連通する主油路36の途中には、圧力遮断弁40が設けられている。この圧力遮断弁40は、燃料噴射ノズル34の側から蓄圧器32の側への燃料圧力の流出を遮断するようになっている。

10

【0069】

さらに、燃料噴射ノズル34と蓄圧器32とを連通する主油路36の圧力遮断弁40よりも下流側には、噴射制御用油室42がオリフィス44を介して連通して設けられている。この噴射制御用油室42にはコマンドピストン46が収容されており、さらに、コマンドピストン46は燃料噴射ノズル34内のニードル弁48に連携している。これにより、噴射制御用油室42内の燃料油圧は、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48を押し付けてノズルシート50に着座して保持するように作用している。

20

【0070】

またさらに、噴射制御用油室42には噴射制御弁52が設けられている。この噴射制御弁52は、通常は噴射制御用油室42に燃料油圧を作成させることにより前述の如く燃料噴射ノズル34内のニードル弁48を閉止せしめ、噴射制御用油室42内の燃料油を除去することによりニードル弁48を開放して燃料噴射を履行せしめるように構成されている。

30

【0071】

またさらに、燃料噴射ノズル34と蓄圧器32とを連通する主油路36の圧力遮断弁40よりも下流側には、増圧器54が噴射制御用油室42に連通して配置されている。この増圧器54は、シリンダ56及びピストン58を有しており、ピストン58が移動することにより、蓄圧器32からの燃料油を更に増圧して噴射制御用油室42及び燃料噴射ノズル34に送給することができる構成となっている。

40

【0072】

また、増圧器54には増圧器制御手段としてのピストン制御弁60が設けられている。このピストン制御弁60は、蓄圧器32からの油路64に設けられており、油路64を介して蓄圧器32から送給される燃料油をシリンダ56内へ流入させることによりピストン58を移動させて圧力遮断弁40よりも下流側の燃料圧力を増大せしめることができる構成であり、しかも、シリンダ56への燃料流路面積を変更することで燃料油の流入量を制御することができるようになっている。

【0073】

なお、シリンダ56は、大径側のピストン58に対応する油室が、オリフィス59を介して大気に開放している。

【0074】

さらに、噴射制御弁52及びピストン制御弁60は、電磁弁式もしくはPZT式、超磁歪式として構成される。

【0075】

(構成例2)

前述した構成例1に係る燃料噴射装置30の基本的な構成に対し、増圧器54の駆動を昇圧カムで行うようにすることもできる。

50

## 【0076】

すなわち、増圧器54に増圧器制御手段としての昇圧カムを設けた構成とする。この昇圧カムは、増圧器54のピストン58を直接に移動させて圧力遮断弁40よりも下流側の燃料圧力を増大せしめることができる構成とする。

## 【0077】

なおこの場合、当該昇圧カムのカム軸にクラッチを設けたり、あるいは昇圧カムのカム軸を上方に移動させる機構を設けることによって、ピストン58を移動させない状態を設定することもできる。またさらに、昇圧カムの位相を変更できる機構を更に付加してもよい。

## 【0078】

10  
このような昇圧カムを設けた構成とすれば、シリンダ56及びピストン58を有する増圧器54は、当該昇圧カムによってピストン58が直接に移動され、圧力遮断弁40よりも下流側の燃料圧力を増大せしめる。すなわち、例えば昇圧カムをエンジン回転数と同期して回転させ、コモンレール圧で噴射するときには、昇圧カムのカム軸のクラッチを離したりカム軸を上方に移動させて昇圧カムがピストン58を移動させない状態にする。一方、増圧器54を作動させる場合には、昇圧カムのカム軸のクラッチを繋いだりカム軸を下方に移動させて昇圧カムがピストン58を直接に移動させる状態にする。このように、簡単な構造により装置を構成することができる。

## 【0079】

20  
またここで、常に増圧器54を作動させて増圧器54下流の燃料圧力を増圧する構成では、コモンレール圧のみで噴射することができない。これに対して、昇圧カムでピストン58を移動させない状態を得ることができるので、増圧器54下流の燃料圧力をコモンレール圧に保つことができ、コモンレール圧での噴射も可能になる。また、昇圧カムの位相を変更できる機構を設けることによって、昇圧開始時期が変更できるようになる。これによって、増圧器54を作動させて噴射する場合の噴射時期の自由度を拡大することができる。

## 【噴射装置の基本的作用】

上記構成の燃料噴射装置30では、蓄圧器32、圧力遮断弁40、噴射制御用油室42、噴射制御弁52、増圧器54、及びピストン制御弁60を備えている。増圧器54には、蓄圧器32からの（コモンレール圧）燃料油が供給され、ピストン58が移動することでこれが増圧される。またここで、燃料噴射ノズル34に対して、「蓄圧器32、圧力遮断弁40、噴射制御用油室42、噴射制御弁52」によって蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）が構成され、しかも、この蓄圧器噴射系と並列に増圧器54が配置された構成となっている。換言すれば、燃料噴射ノズル34に対して、「増圧器54、ピストン制御弁60、噴射制御用油室42、噴射制御弁52」によって増圧器噴射系（ジャーク式噴射系）が構成される。

## 【0080】

ここで、

## 1) 蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）によって燃料を噴射する場合

噴射開始前においては、噴射制御弁52を閉状態に維持して噴射制御用油室42内の圧力を蓄圧器32内の圧力（コモンレール圧）と等しくする。これにより、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48はコマンドピストン46を介してノズルシート50に押し付けられ、ニードル弁48は閉止状態で保持される。

## 【0081】

燃料油を噴射する際には、ピストン制御弁60を閉状態とすることで増圧器54を不作動状態とし、さらに、蓄圧器32からの燃料油が圧力遮断弁40を介して燃料噴射ノズル34内の燃料溜62に圧送される。このとき、噴射制御弁52を開弁することによって噴射制御用油室42の燃料油を除去すると、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48を閉止する圧力が減少し、一方、燃料噴射ノズル34内（燃料溜62）は前記コモンレール圧が保たれる。これにより、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48が開放されて、蓄圧器32

10

20

30

40

50

からの燃料油が直接（そのままの圧力で）燃料噴射ノズル34から噴射される。

【0082】

燃料噴射を終了する際には、再び噴射制御弁52を閉弁することで噴射制御用油室42の圧力をコモンレール圧と等しくする。これによって、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48が再びコマンドピストン46を介して閉止方向に押し付けられてノズルシート50に着座して保持され、燃料噴射が終了する。

2) 増圧器噴射系（ジャーク式噴射系）によって燃料を噴射する場合

噴射開始前においては、噴射制御弁52を閉弁状態に維持して噴射制御用油室42内の圧力を蓄圧器32内の圧力（コモンレール圧）と等しくする。これにより、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48はコマンドピストン46を介してノズルシート50に押し付けられ、ニードル弁48は閉止状態で保持される。

【0083】

燃料油を噴射する際には、ピストン制御弁60を開放することで増圧器54（シリンド56）内へ燃料油を流入させる。これにより、ピストン58が移動して燃料圧力が増圧される。すると、増圧器54によって加圧された燃料油は燃料噴射ノズル34内の燃料溜62及び噴射制御用油室42に圧送される。なお、この状態では、圧力遮断弁40が働き、増圧された燃料油が蓄圧器32側に流出するのを防止している。さらにこのとき、噴射制御弁52によって噴射制御用油室42の燃料油を除去することで、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48を閉止する圧力が減少し、一方、燃料噴射ノズル34内（燃料溜62）は前記増圧器54によって加圧された燃料油の圧力が作用している。これにより、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48が開放されて、増圧器54にて増圧された燃料油が燃料噴射ノズル34から噴射される。

【0084】

燃料噴射を終了する際には、再び噴射制御弁52によって噴射制御用油室42の圧力を燃料噴射ノズル34内（燃料溜62）の圧力と等しくする。これによって、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48が閉止方向に押し付けられてノズルシート50に着座して保持され、燃料噴射が終了する。

【0085】

さらに、次ぎの噴射に備えて増圧器54のピストン制御弁60を閉じて増圧器54のシリンド56（ピストン室）内の圧力をコモンレール圧よりも低下させ、ピストン58を再び元の位置に移動させる。これに伴って圧力遮断弁40よりも下流の燃料圧がコモンレール圧以下になると速やかに圧力遮断弁40が開放して、ほぼコモンレール圧と等しい燃料圧力になる。

【0086】

このように、本実施の形態に係る燃料噴射装置30では、蓄圧器32からの燃料油をそのまま燃料噴射ノズル34に送って噴射する低圧噴射と、増圧器54にて更に加圧した燃料油を燃料噴射ノズル34に送って噴射する高圧噴射と、を切替制御して燃料噴射することができる。したがって、燃料噴射装置30は、基本的に以下の効果を奏するものである。

【0087】

▲1▼ 増圧器54には蓄圧器32からの（コモンレール圧）の燃料が供給され、これを増圧して噴射するので、従来のコモンレール噴射系による噴射圧を大幅に越える超高噴射圧化（例えば、最大噴射圧300MPa）を実現できる。したがって、高エンジン回転数、高負荷時においても適切な噴射期間内に燃料を噴射することができ、より高速化が図れると共に、良好な燃焼が可能となって、低エミッションで高出力なエンジンを実現できる。

【0088】

また、燃料噴射ノズルの噴口径の小径化による噴霧貫徹力の減少を噴射圧の超高圧化によって補うことが可能であり、これによって、燃焼室内の酸素を有効に活用することができるので、高回転数においてもスモーク排出が少ない良好な燃焼状態を実現できる。

【0089】

10

20

30

40

50

さらに、超高噴射圧力を常時蓄圧する必要がないため、所定の高噴射圧を常時蓄圧する従来のコモンレール噴射系と比較して、噴射系の強度の点から有利であり、低コスト化を図ることもできる。

【0090】

▲2▼ 蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）と増圧器54が並列配置されており、圧力遮断弁40より下流の燃料圧力がコモンレール圧以下になると、蓄圧器32から燃料が補給される構造であるので、高回転数、高負荷時にアフター噴射する場合においてもコモンレール圧以下の低圧で燃料が噴射されることがない。これによって、良好な微粒化状態の噴霧がアフター噴射されるので、アフター噴射された燃料自身がスモークの発生原因になることがなく、アフター噴射された燃料が燃焼場を攪乱することによる燃焼促進効果を最大限に引き出すことができる。

10

【0091】

また、低圧噴射と高圧噴射とを切替制御して燃料噴射することができるため、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射で各々最適な噴射圧力を設定することができる。

【0092】

さらに、コモンレール圧での噴射と、増圧器54を作動させた噴射とを自在に組み合わせて噴射することが可能であり、噴射パターンの自由度が大きい。

20

【0093】

▲3▼ 蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）と増圧器54が並列配置されており、圧力遮断弁40より下流の燃料圧力がコモンレール圧以下になると、蓄圧器32から燃料が補給される構造であるので、燃料圧力が燃料の蒸気圧以下になることがないため、キャビテーション発生による油路のエロージョンの心配がなく、耐久性が格段に向上する。

【0094】

▲4▼ 蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）と増圧器54が並列配置されているので、蓄圧器32と増圧器54との間が遮断された状態で仮に増圧器54が故障してもコモンレール圧で噴射できる。このため、エンジンが突然に停止することがない。

30

【0095】

なお、前述した構成例2に係る燃料噴射装置、すなわち、増圧器54の駆動を昇圧カムで行うようにした構成の場合であっても、前記燃料噴射装置30と同様の作用・効果を奏する。

【0096】

なお、ここでは、図2に示す如く増圧器54に燃料油を流入させることで増圧器54を作動させる例について説明したが、図3に示すように、増圧器54から燃料油を流出させることで増圧器54を作動させる形態も可能である。

40

【0097】

また、図2及び図3ともにピストン制御弁60は2方弁として簡単に示してあるが、図2に示す例ではオリフィス59と併せて、図3に示す例ではオリフィス61と併せて3方弁構造とすることも、インジェクタの作動のために使われる燃料量を減少させるために有効である。また、噴射制御弁52は2方弁として示してあるが、同様に3方弁構造としてもよい。さらに、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48と噴射制御用油室42はコマンドピストン46を介して繋がっているが、コマンドピストン46を省略した形態でも同様の作動原理であり、このような形態としてもよい。

【燃料噴射方法】

A. 燃料噴射における説明上の基本的な特性

先ず、前述の如く説明した燃料噴射装置30においてコモンレール圧で噴射する場合における、噴射時の基本的な特性について説明する。

【0098】

なお、本実施の形態のように、噴射制御バルブとして噴射制御弁52の如く「2方弁」を用いた蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）は、一般的に、図4（A）に示す如く、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48の移動速度（リフト速度）が開弁時及び閉弁時共に

50

比較的遅く、シートチョーク領域（ノズルシート50部分の実質的開口面積がノズル噴孔総面積よりも少ない領域）が存在する。一方、燃料噴射ノズル34における燃料の噴射に有効な開口面積は、ニードル弁48の移動に伴って徐々に大きくなったり徐々に小さくなるのではなく、図4（B）に示す如く、大部分の期間においてノズル噴孔総面積で制限される最大面積が確保されている。しかし、噴射圧と噴射率が最大になるのは、図4（C）に示す如く、幾何学的なノズル開口面積が最大になる時期よりも実際には少し遅れる。これは、ノズルシート50部分はニードル全周に渡り開口される（ノズルシート50部分の開口面積はニードル全周に確保される）のに対し、ノズル噴孔の数は限られているため、前記ノズルシート50部分の開口面積が有効に使えないことが原因であり、燃料噴射終了時においても同様である。

10

## 【0099】

本実施の形態における説明では、説明を簡単にするため、図4（D）に示す如く、噴射圧・噴射率は幾何学的なノズルシート部開口面積（以後は、ノズル開口面積という）に依存するとして記載する。

## 【0100】

次に、増圧器噴射系（ジャーク式噴射系）によって燃料を噴射する場合における、ノズルシート50部分直前の圧力変化について説明する。

## 【0101】

図5に示す如く、燃料噴射ノズル34（ニードル弁48）が開放していると、増圧している間にも燃料が噴射によって放出されていくため、圧力の増加率が低くなる。この場合、圧力の傾き（増加率）は、ベースコモンレール圧力に対して燃料噴射ノズル34が閉鎖している場合に1つ、開放している場合に1つ決まり、さらに、ベースコモンレール圧力を変化させるとこの傾き（増加率）は変わる。

20

## 【0102】

また、増圧器54（ピストン58）の作動中に燃料噴射の開始や停止がある場合には、実際の噴射圧力の増加率は、ノズル開口面積の連続的な変化に対応して連続的に変化する。

## 【0103】

しかしながら、本実施の形態における説明では、説明を容易にするために、燃料噴射期間中は圧力増加率は低く、燃料噴射停止時は圧力増加率が高いとして説明する。

30

## B. 「バルブ作動の位相差制御」による方法

## 1. 好適な条件の設定。

## 【0104】

噴射圧力を噴射期間中に変化させる所謂噴射率制御において、その効果を高く得るために、図6に示す如く、燃料噴射ノズル34による燃料噴射量が機関が要求する最大噴射量時に、噴射される燃料の圧力増加期間が、全噴射期間の1/3以上を占めるように設定することが好適である。したがって、「バルブ作動の位相差制御」によって任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を履行するにあたっても、このような設定が望ましい。

## 【0105】

これにより、任意の燃料噴射パターンでの燃料噴射（燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力等）の制御を適切に行うことができる。

40

## 【0106】

## 2. 最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率の制御。

## 【0107】

ニードル弁48の開放タイミング（噴射制御弁52の作動タイミング）と増圧器54の作動タイミング（ピストン制御弁60の作動タイミング）とをそれぞれ独立して制御し、各制御弁の作動の位相差を調整することにより、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を履行することができる。

## 【0108】

図7（A）乃至図7（D）には、このような噴射制御弁52とピストン制御弁60の作動

50

の位相差を変化させることにより、最高噴射圧力と噴射圧力増加率を任意に設定した燃料噴射パターンの一例が示されている。

【0109】

この図7 (A) 乃至図7 (D) に示す如く、噴射圧はノズル開口面積が最大となる時期 (シートチョークが終わる時期) にノズルシート50部分直前の圧力と同じになるように急激に増加する。その後、燃料噴射終了時には、シートチョーク期間の間に圧力が低下する。したがって、噴射制御弁52とピストン制御弁60の作動の位相差 (作動タイミング) を適切に制御することで、燃料噴射開始時のノズルシート50部分直前圧力を任意に選ぶことができ、これにより、最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率を変化させることができる。

10

【0110】

特にこの場合、図7 (B) または図7 (C) に示す如く、ノズルシート50部分直前の圧力がベースコモンレール圧力と増圧器54の増圧比によって静的に決まる最高噴射圧力との間の任意の圧力であるときに燃料噴射を開始することで、噴射圧力の増加率を任意に選ぶことができる。またしかも、図7 (C) と図7 (D) の比較により示されるように、ベースコモンレール圧力と最高噴射圧力が同一であっても、噴射圧力の増加率を変化させることができる。

20

【0111】

なお、図7 (A) 乃至図7 (D) においては、何れも噴射期間が同じ場合について示してある。燃料噴射量を各場合で同じにするには、図7 (A) のパターンよりも図7 (D) のパターンとなるほど噴射制御弁52の作動時間を短くして噴射期間を短くする必要があるが、その場合も、各制御弁の作動の位相差により噴射圧力の増加率と最高噴射圧力を上記の説明通り制御できることは言うまでもない。

30

【0112】

以上のように、噴射制御弁52とピストン制御弁60の作動の位相差 (作動タイミング) を適切に制御・調整することで、最高噴射圧力と噴射圧力増加率を任意に設定でき、噴射の自由度を高めることができる。

【0113】

なお、前述した2つの制御弁の位相差の制御では、噴射圧力の増加率は、最高噴射圧力と互いに関連して変化する。すなわち、噴射開始時の圧力が高い場合ほど、噴射圧力の増加率が高くなる。また、以上の説明は、噴射圧力を幾何学的なノズル開口面積と対応させて単純化して示したものであり、前述の如く実際の圧力の変化点は幾何学的なシートチョーク時期とは厳密には一致しないが、本制御方法の本質の説明が変わるものではない。

40

【0114】

前述した図7 (A) 乃至図7 (D) においては、燃料噴射ノズル34 (ニードル弁48) の特性 (ニードルリフト特性) が圧力に依存しないものとして示してある。しかしながら、例えば2方弁式の噴射制御弁とコマンドピストンを有するコモンレール噴射装置では、図8に示す如く、圧力が高いほど開弁時・閉弁時共にニードル速度が速くなる特徴を持つ。

【0115】

したがって、ニードルリフト速度が圧力に応じて速くなる特性の噴射装置 (燃料噴射ノズル) では、噴射初期の圧力が高いほどニードルリフト速度が速くなっているシートチョーク期間を素早く通過することになる。したがって、このニードルリフト特性を考慮して制御すれば、噴射制御弁52とピストン制御弁60の作動の位相差制御による前記最高噴射圧力及び噴射圧力増加率の制御効果を更に効果的に引き出すことができる。

【0116】

3. 噴射終了時の当該噴射圧力の低下率の制御。

【0117】

図9 (A) 乃至図9 (C) には、噴射制御弁52とピストン制御弁60の作動の位相差を変化させることにより、具体的には、燃料噴射ノズル34内のニードル弁48が完全に閉

50

止する以前にピストン制御弁 6.0 の作動を停止させて増圧器 5.4 を停止し、最高噴射圧力と噴射圧力低下率を任意に設定した燃料噴射パターンの一例が示されている。

【0118】

この図 9 (A) 乃至図 9 (C) に示す如く、増圧器 5.4 をニードル弁 4.8 が開放している間 (ニードルリフト期間中) に停止することで、燃料噴射ノズル 3.4 から噴射される燃料の噴射圧力を、低くともベースコモンレール圧力まで低下させることができる。すなわち、増圧器 5.4 を最後まで作動させる場合 (図 9 (A) の場合) に対し、図 9 (B) または図 9 (C) に示す如く噴射終了時の当該噴射圧力の低下率を低くすることができる。これにより、噴射率設定の自由度を高めることができる。

10

【0119】

なお、図 9 (A) 乃至図 9 (C) においては、何れも噴射期間が同じ場合について示してある。図 9 (A) のパターンと図 9 (C) のパターンとは同程度の噴射量であるが、図 9 (B) のパターンの噴射量は少なくなっている。図 9 (B) のパターンの噴射量を、図 9 (A) や図 9 (C) のパターンの噴射量と同程度にするためには、噴射制御弁 5.2 の作動時間を延長して噴射期間を長くする必要があるが、その場合も、各制御弁の作動の位相差により噴射圧力の低下率を上記の説明通り制御できることは言うまでもない。

20

【0120】

以上のように、噴射制御弁 5.2 とピストン制御弁 6.0 の作動の位相差 (作動タイミング) を適切に制御・調整することで、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率を任意に設定でき、噴射の自由度を高めることができる。

20

【0121】

なお、前述した 2 つの制御弁の位相差の制御 (増圧器 5.4 をニードル弁 4.8 のニードルリフト期間中に停止すること) では、噴射圧力の低下率を最高噴射圧力と独立して制御することができる。また、前述した「1. 最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率の制御」と組み合わせて (併用して) 制御することで、例えば図 9 (A) や図 9 (C) のパターンのように同等の噴射量で最高噴射圧力も同じであるが、圧力の低下率を変更する (異ならせて設定する) ことも可能である。

30

【0122】

また、以上の説明は、噴射圧力を幾何学的なノズル開口面積と対応させて単純化して示したものであり、前述の如く実際の圧力の変化点は幾何学的なシートチョーク時期とは厳密には一致しないが、本制御方法の本質の説明が変わるものではない。

30

【0123】

前述した図 9 (A) 乃至図 9 (C) においては、燃料噴射ノズル 3.4 (ニードル弁 4.8) の特性 (ニードルリフト特性) が圧力に依存しないものとして示してある。しかしながら、例えば 2 方弁式の噴射制御弁とコマンドピストンを有するコモンレール噴射装置では、前述した図 8 に示す如く、圧力が高いほど開弁時・閉弁時共にニードル速度が速くなる特徴を持つ。

40

【0124】

したがって、ニードルリフト速度が圧力に応じて速くなる特性の噴射装置 (燃料噴射ノズル) では、噴射初期の圧力が高いほどニードルリフト速度が速くなっているシートチョーク期間を素早く通過することになる。したがって、このニードルリフト特性を考慮して制御すれば、噴射制御弁 5.2 とピストン制御弁 6.0 の作動の位相差制御による前記噴射終了時の当該噴射圧力の低下率の制御効果を更に効果的に引き出すことができる。またしかも、燃料圧力が低いほどニードル弁 4.8 の開放速度及び閉止速度が遅くなっているため、燃料噴射期間が長くなるため、増圧器 5.4 の作動を停止する時期が幾らか変動しても、噴射量が実質的に均一になるように作用し、噴射量のバラツキを低減することができる効果も奏する。

40

【0125】

4. アフター噴射圧力 (パイロット噴射圧力) の制御。

【0126】

図 10 (A) 乃至図 10 (D) には、噴射制御弁 5.2 とピストン制御弁 6.0 の作動の位相

50

差を変化させることにより、具体的には、アフター噴射を開始する以前にピストン制御弁 60 を作動させて増圧器 54 を停止し、アフター噴射圧力を任意に設定した燃料噴射パターンの一例が示されている。

【0127】

この図 10 (A) 乃至図 10 (D) に示す如く、アフター噴射を履行する際に、当該アフター噴射を開始する以前にピストン制御弁 60 を作動させて増圧器 54 を停止し、ベースコモンレール圧力と、増圧器 54 の作動（増圧比）によって幾何学的に決まる最高噴射圧力との間の任意の中間の圧力でアフター噴射を履行することができる。

【0128】

ここで、例えば、単に蓄圧器 32 によるベースコモンレール圧力と増圧器 54 の作動による静的最高圧力の 2 つの圧力でのみ燃料噴射を行うとし、ストート（カーボン等）を低減させるためにメイン噴射の後に狭い間隔で高い噴射圧力によるアフター噴射を行うか、あるいは、排気ガスの後処理をするために低い噴射圧力でアフター噴射することが考えられる。しかしながら、前述の如くメイン噴射の後に狭い間隔で高い噴射圧力によるアフター噴射を行う場合に、当該噴射圧力が高すぎると、NO<sub>x</sub> の増加や燃焼騒音の増加を招くことになる。すなわち、ストート（煤、カーボン等）の低減のみを考慮して高い噴射圧力によるアフター噴射を行うことがよいのではなく、当該噴射圧力には最適な圧力が存在する。一方、排気ガスの後処理をするためにアフター噴射する場合においても、当該噴射圧力が低すぎると、噴霧の微粒化悪化によりストートや PM（粒子状物質）が増加するという問題が生じる。また、当該噴射圧力が高すぎると、燃料が機関の壁面に付着してピストンリングの固着やオイル希釈という問題や、エミッഷンの悪化を招くことになる。すなわち、排気ガスの後処理をするためにアフター噴射する場合においても、当該噴射圧力には最適な圧力が存在する。このように、単にベースコモンレール圧力と静的最高圧力の 2 つの圧力でのみ燃料噴射を行う場合には、全てに対応できる最適な燃料噴射を履行することができない。

10

20

30

【0129】

この点、本「3. アフター噴射圧力の制御」では、アフター噴射を履行する際に、当該アフター噴射を開始する以前に増圧器 54 を停止し、ベースコモンレール圧力と静的最高圧力との間の中間の圧力でアフター噴射を履行するため、増圧器 54 の停止時期を調整（制御）することにより、全てに対応できる最適な任意の噴射圧力でアフター噴射を履行することができる。

【0130】

また、機関の 1 サイクルにおいて燃料噴射ノズル 34 からの燃料噴射を複数回に分けて行う多段噴射を履行する場合に、少なくとも 2 回以上に分けて増圧器 54 を作動させることにより、噴射パターンの自由度をより一層拡大することができる。

40

【0131】

5. 「バルブ作動の位相差制御」による方法のまとめ。

【0132】

前述の如く説明した「バルブ作動の位相差制御」による燃料噴射方法では、ニードル弁 48 の開放タイミング（噴射制御弁 52 の作動タイミング）と増圧器 54 の作動タイミング（ピストン制御弁 60 の作動タイミング）とをそれぞれ独立して制御することで（各制御弁の作動の位相差を制御することで）、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を履行することができる。

40

【0133】

すなわち、燃料噴射するに際しては、燃料噴射ノズル 34 から噴射される燃料の噴射圧及び噴射率に基づいた燃料噴射パターン（例えば、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適なパイロット噴射の燃料圧力やメイン噴射の燃料圧力、あるいはその噴射率）を予め設定し、ニードル弁 48 が開放されて燃料噴射が履行される際に蓄圧器 32 による燃料圧と増圧器 54 の作動による燃料上昇圧を制御することで前記設定した燃料噴射パターンとなるよう、ニードル弁 48 の開放タイミングと増圧器 54 の作動タイミングを決定する（作

50

動位相差を調整する）。しかる後に、前記決定した各タイミングで噴射制御弁 52 の作動とピストン制御弁 60 の作動とをそれぞれ独立して制御することで、前記設定した燃料噴射パターンで燃料噴射が履行される。

【0134】

したがって、本燃料噴射方法によれば、図 1 に示す燃料噴射パターンの如く、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射を行うマルチ噴射を実施する場合に、パイロット噴射圧力 ( $P_1$ )、メインブース噴射圧力 ( $P_2$ )、メイン噴射最高圧力 ( $P_3$ )、アフター噴射圧力 ( $P_a$ )、ブース噴射期間終了後圧力上昇率 ( $\theta_1$ )、最高噴射圧到達直前圧力上昇率 ( $\theta_2$ )、メイン噴射終了時の圧力降下率 ( $\theta_3$ ) 等を、自由に制御（設定あるいは選択し履行）することができる。

10

【0135】

これにより、本燃料噴射方法によれば、以下の効果を奏するものである。

▲1▼ 一般的に、ディーゼル燃焼では、図 11 (A) に示す如く、燃料噴射が開始されてから着火までに幾らかの時間（着火遅れ期間）を有する。燃料噴射パターンが蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）による矩形噴射率の場合には、前記着火遅れ期間中に多量の燃料が噴射され、この着火遅れ期間中に噴射された多量の燃料が一度に燃焼するため、NO<sub>x</sub> 及び騒音の増加を招くことになる。

20

【0136】

これに対し、前記燃料噴射方法によって初期噴射率を制御することにより、図 11 (B) に示す如く、初期噴射率を抑制した燃料噴射パターンとすれば、NO<sub>x</sub> 及び騒音が低い良好な燃焼とすることができる。

▲2▼ 機関の全負荷条件では、燃料噴射時期と噴射量は機関の強度を確保するために最大筒内圧によって制限される。ここで、燃料噴射パターンが蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）による矩形噴射率の場合には、図 12 (A) に示す如く、初期の燃焼量が多く、噴射時期を進めることができない。

30

【0137】

これに対し、前記燃料噴射方法によって初期噴射率を制御することにより、図 12 (B) に示す如く、初期噴射率を抑制した燃料噴射パターンとすれば、噴射時期を進めることができ、多量の燃料を噴射できるので、高トルクを得ることができる。しかも、このときNO<sub>x</sub> 及び騒音を低減することもできる。

▲3▼ 通常の蓄圧器噴射系（コモンレール式噴射系）によってマルチ噴射を行う場合には、各噴射（パイロット噴射、メイン噴射、アフター噴射、ポスト噴射等）は全て同じ圧力で行われる。しかし、実際にはそれぞれの噴射に最適な圧力がある。本燃料噴射方法による燃料噴射では、マルチ噴射を行う場合に各噴射をそれぞれに最適とできるので、排気特性が向上し騒音が低減する。

40

【0138】

例えば、パイロット噴射の圧力が高すぎると、燃料の壁面付着による未燃 H<sub>C</sub> の増加、オイル希釈などの問題を生じる。また、微量噴射時の制御性が悪く、近接パイロット噴射時にはパイロット燃焼が激しくて騒音低減効果が充分に得られない、等の問題がある。逆に、パイロット噴射の圧力が低すぎると、微粒化の悪化による騒音低減効果の減少や、スモークの増加が問題となる。

【0139】

これに対し、本燃料噴射方法による燃料噴射では、パイロット噴射の圧力をメイン噴射とは別に独自に設定できるので、パイロット噴射の効果が向上する。

C. 「増圧器のピストンの移動速度制御」による方法

1. 増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、及び、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率の制御。

【0140】

前述の如く説明した燃料噴射装置 30 では、低圧から高圧まで任意の圧力で噴射することができるため、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射で各々最適な噴射圧力を

50

設定することができ、しかも、コモンレール圧での噴射と増圧器54を作動させた噴射とを自在に組み合わせて噴射することが可能であり、任意の噴射パターンで燃料噴射することができるが、さらに、ピストン制御弁60について、シリンド56への燃料流路面積（流路の実質的な開口面積）を変更することで燃料油の流入量を制御することにより、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定（変更）することができる。

#### 【0141】

ここで、このような任意の噴射率の噴射パターンで燃料噴射するためには、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率に基づいた燃料噴射パターン（例えば、エンジン回転数や負荷状態に応じた最適なパイロット噴射やメイン噴射の燃料噴射率）を予め設定し、ニードル弁48が開放されて燃料噴射が履行される際に前記設定した噴射率となるように、ピストン制御弁60によるシリンド56への燃料流路面積を決定する。しかる後に、前記決定した燃料流路面積に基づいてピストン制御弁60の作動を制御することで（移動量及び移動時期を調整することで）、前記設定した噴射率で燃料噴射を履行する。

10

#### 【0142】

この燃料噴射方法によれば、ピストン制御弁60によりシリンド56の燃料流路面積が変更されると、シリンド56内への燃料の流入量が変更されてピストン58の移動速度（変位速度）が変更され、燃料噴射ノズル34に送る燃料の増圧速度、すなわち燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定することが可能になる。

20

#### 【0143】

例えば、増圧器54下流の燃料を急峻に増圧する場合には、ピストン制御弁60のリフト量を大きくして燃料流路面積を大きくする。これによって、シリンド56内の圧力が急速に増加するので、ピストン58の変位速度が速くなり、急峻な圧力上昇を得ることができ。一方、増圧器54下流の燃料を緩やかに増圧する場合には、ピストン制御弁60のリフト量を小さくして燃料流路面積を小さくする。これによって、シリンド56内の圧力が緩やかに増加するので、ピストン58の変位速度が遅くなり、緩やかな圧力上昇を得ることができる。

20

#### 【0144】

すなわち、噴射圧力の傾き（特に、前述した図1に示す燃料噴射パターンの最高噴射圧到達直前圧力上昇率（θ2）、メイン噴射終了時の圧力降下率（θ3）について）これを変更する場合に、噴射圧力が上がるか、定常か、下がるかは、ピストン58より送り出される燃料量と燃料噴射ノズル34より噴出される燃料量の兼ね合いで決まる。ピストン58から送り出される燃料量が噴出される燃料量より多ければ、噴射圧力が上がっていく。ピストン58から送り出される量と燃料噴射ノズル34から噴出される燃料量が同じであれば、噴射圧力は定常になる。一方、ピストン58から送り出される燃料量が噴出される燃料量より少なければ、噴射圧力は下がっていく。

30

#### 【0145】

このように、ピストン制御弁60によってシリンド56への燃料流路面積（流路の実質的な開口面積）を変更することで行う開口面積制御では、噴射圧力の増加率と低下率を直接的に変化させる。最高噴射圧力は、噴射圧力の増加率に伴って変化する。

40

#### 【0146】

これにより、前述した図1に示す燃料噴射パターンの如く、パイロット噴射、メイン噴射、及びアフター噴射を行うマルチ噴射を実施する場合に、ブーツ噴射期間終了後圧力増加率（θ1）、最高噴射圧到達直前圧力増加率（θ2）、メイン噴射終了時の圧力低下率（θ3）等を、自由に制御（設定あるいは変更して履行）することができる。

#### 【0147】

ここで、図13乃至図15には、前述した図1に示す燃料噴射パターンでマルチ噴射を実施する場合に、ピストン制御弁60によりシリンド56の燃料流路面積を変更することで、噴射率を設定する方法が概略的な線図にて示されている。この場合、図13は、ブーツ噴射期間終了後圧力上昇率（θ1）を変更するパターンが示されており、図14は、最高噴射圧到達直前圧力上昇率（θ2）を変更するパターンが示されており、図15は、メイ

50

ン噴射終了時の圧力降下率 ( $\theta_3$ ) を変更するパターンが示されている。

**【0148】**

このように、本実施例に係る燃料噴射方法によれば、ピストン制御弁60によってシリンダ56への燃料流路面積（流路の実質的な開口面積）を変更することで燃料油の流入量を制御することにより（ピストン制御弁60の移動量及び移動時期を調整することで）、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定（変更）することができる（燃料の噴射率に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）。

**【0149】**

また特に、この燃料噴射方法によれば、ピストン制御弁60によりシリンダ56の燃料流路面積を変更してシリンダ56内への燃料の流入量を変更してピストン58の移動速度（変位速度）を変更する構成であるため、仮に最高噴射圧力が低い場合でも噴射圧力増加率を高く設定することができる。

10

**【0150】**

またさらに、以上の説明において「メイン噴射」について記載したが、「アフター噴射」についても同様にピストン制御弁60によってシリンダ56の燃料流路面積を変更・制御することで、噴射圧力の増加率、低下率の制御、圧力の制御が可能である。

20

**【0151】**

なおこの場合、通常はアフター噴射の量はメイン噴射の量に比べて非常に少ない。例えば、1回当たりの噴射量が1～2立方ミリメートルということもある。その場合には、燃料噴射ノズル34のニードル弁48のリフトがシートチョーク期間ということもあり、明確に噴射圧力の増加率、低下率を変更できているかの判別は難しい。しかしながら、このようないくつかの噴射量の場合でも、前記開口面積制御によってアフター噴射の圧力を制御することが可能である。このことはすなわち、噴射圧力の増加率もしくは低下率の制御が成されていることに他ならない。また、アフター噴射の量がメイン噴射量の5%以上あるならば、この場合は一般にスプリット噴射と呼ばれる。このスプリット噴射の場合にも、メイン噴射の時と同様に、前記開口面積制御によって噴射圧力の増加率、低下率、最高噴射圧力の制御が可能である。

**D. 燃料噴射パターンの例**

**（実施例1）**

図16には、ニードル弁48の開放タイミング（噴射制御弁52の作動タイミング）と増圧器54の作動タイミング（ピストン制御弁60の作動タイミング）とをそれぞれ独立して制御することで（作動の位相差を制御することで）、噴射量及び噴射圧を設定する方法が概略的な線図にて示されている。

30

**【0152】**

ここで、図16においては、「ノズル先端圧力」として示す如く、ピストン制御弁60を「A1～B」の間において作動させた場合に、噴射制御弁52を「A0～B」、「A1～B」、「A2～B」、「A3～B」までの間でそれぞれ作動させた場合の、「噴射圧力・噴射量」の変化パターンがそれぞれ線図にて示されている。なお、図16に示す例においては、燃料噴射が終了するまで増圧器54の作動により噴射圧力を増圧させる場合である。

40

**【0153】**

このように、本実施例に係る燃料噴射方法によれば、増圧器54の作動により噴射圧力が漸増するのに対し、噴射の時期をニードル弁48の開放タイミングで選択できるため、燃料の噴射圧及び噴射量に基づいた燃料噴射パターンの制御が可能になる。

**【0154】**

したがって、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器32の幾何学的増圧比との燃料圧力によって一義的に決定されることが無くて良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能となる（燃料の噴射圧及び噴射量に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）。

50

**【0155】****(実施例2)**

図17には、ニードル弁48の開放タイミング（噴射制御弁52の作動タイミング）と増圧器54の作動タイミング（ピストン制御弁60の作動タイミング）とをそれぞれ独立して制御することで（作動の位相差を制御することで）、噴射量及び噴射圧を設定する方法が概略的な線図にて示されている。

**【0156】**

ここで、図17においては、「ノズル先端圧力」として示す如く、ピストン制御弁60を「A1～A3」あるいは「A1～A4」の間において作動させた場合に、噴射制御弁52を「A0～B」、「A1～B」、「A2～B」、「A3～B」、「A4～B」までの間でそれぞれ作動させた場合の、「噴射圧力・噴射量」の変化パターンがそれぞれ線図にて示されている。なお、図17に示す例においては、燃料噴射の途中で増圧器54による噴射圧力の増圧を中止する場合である。

10

**【0157】**

このように、本実施例に係る燃料噴射方法によれば、増圧器54の作動により噴射圧力が漸増するのに対し、噴射の時期をニードル弁48の開放タイミングで選択できるため、燃料の噴射圧及び噴射量に基づいた燃料噴射パターンの制御が可能になる。

20

**【0158】**

したがって、従来に比べて大幅に高い超高噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器32の燃料圧力によって一義的に決定されることが無くて良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能となる（燃料の噴射圧及び噴射量に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する）。

**【0159】****(実施例3)**

図18及び図19には、増圧器54を作動させず、蓄圧器32によるコモンレール圧で噴射量及び噴射圧を設定する方法が概略的な線図にて示されている。

30

**【0160】**

この図18及び図19で解るように、蓄圧器32によるコモンレール圧の設定、及びニードル弁48の開放タイミング（噴射制御弁52の作動タイミング）を制御することで噴射量及び噴射圧を任意に設定することができる。

**【0161】****(実施例4)**

図20乃至図23には、ニードル弁48の開放タイミング（噴射制御弁52の作動タイミング）と増圧器54の作動タイミング（ピストン制御弁60の作動タイミング）とをそれぞれ独立して制御することで（作動の位相差を制御することで）、アフター噴射する場合の噴射圧を設定する方法が概略的な線図にて示されている。

40

**【0162】**

ここで、図20はブーツ型メイン噴射及び高圧アフター噴射する例であり、図21はブーツ型メイン噴射及び低圧アフター噴射する例であり、図22はブーツ型メイン噴射及び中圧アフター噴射する例であり、図23はブーツ型メイン噴射及びブーツ型アフター噴射する例である。

**【0163】**

これらの各図で解るように、ニードル弁48の開放タイミング（噴射制御弁52の作動タイミング）及び増圧器54の作動タイミング（ピストン制御弁60の作動タイミング）をそれぞれ制御することで、アフター噴射する場合の噴射圧を任意に設定することができる。

**【0164】**

なお、前記各図においては、メイン噴射率形状がブーツ型であるものについて例示したが、これに限るものではなく、また、アフター噴射についても種々のパターンを設定することができる。

50

**【0165】****(実施例5)**

前述した実施例1乃至実施例4においては、各燃料噴射方法を構成例1に係る燃料噴射装置30に適用して説明したが、これに限らず、前述した構成例2に係る燃料噴射装置、すなわち増圧器54の駆動を昇圧カムで行うようにした構成の場合であっても、前記実施例1乃至実施例4と同様の種々の燃料噴射パターンを設定することができ、同様の作用・効果を奏する。

**【0166】****(実施例6)**

前述の如くピストン制御弁60によりシリンダ56の燃料流路面積を変更することでブーツ噴射期間終了後圧力上昇率( $\theta_1$ )、最高噴射圧到達直前圧力上昇率( $\theta_2$ )、メイン噴射終了時の圧力降下率( $\theta_3$ )を変更することができるが、これに限らず、ブーツ型噴射パターンにおけるメインブーツ噴射圧力( $P_2$ )やメイン噴射最高圧力( $P_3$ )を変更したり、ブーツ型噴射パターン自体を2段型にすることもできる。

**【0167】**

例えば、図24には、ブーツ型噴射パターンにおけるブーツ噴射圧力を変更する場合の噴射パターンが概略的な線図にて示されている。また、図25には、2段のブーツ型噴射を行う場合の噴射パターンが概略的な線図にて示されている。

**【0168】**

このように、本実施例に係る燃料噴射方法によれば、ピストン制御弁60によってシリンダ56への燃料流路面積を変更することで燃料油の流入量を制御することにより、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定(変更)することができる(燃料の噴射率に基づいた燃料噴射パターンの自由度が拡大する)。

**【0169】****(実施例7)**

前述した実施例6においては、ピストン制御弁60について、シリンダ56への燃料流路面積(流路の実質的な開口面積)を変更することで燃料油の流入量を制御することにより、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定(変更)する構成としたが、これに限らず、ピストン制御弁60の開閉を短時間に周期的に行うことで、シリンダ56への燃料流路面積(流路の見かけ上の開口面積)を変更するように構成することもできる。

**【0170】**

すなわち、図26に示す如く、ピストン制御弁60の開閉を短時間に周期的に行なうことは、ピストン制御弁60によって流路の開口面積自体を変更する場合と等価であり、ピストン制御弁60の開閉を短時間に周期的に行なうことによって流路の見かけ上の開口面積を変更して燃料油の流入量を制御することができる。

**【0171】****(実施例8)**

前述した実施例6及び実施例7においては、ピストン制御弁60について、シリンダ56への燃料流路面積(流路の実質的な開口面積)を変更することで燃料油の「流入量」を制御することにより、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定(変更)する構成としたが、これに限らず、ピストン制御弁60について、シリンダ56への燃料流路面積を変更することで燃料油のシリンダ56からの「流出量」を制御するように構成し、これにより、燃料噴射ノズル34から噴射される燃料の噴射率を任意に設定(変更)することもできる。

**【0172】**

この場合であっても、前記実施例6及び実施例7と同様の種々の燃料噴射パターンを設定することができ、同様の作用・効果を奏する。

**【0173】****【発明の効果】**

10

20

30

40

50

以上説明した如く本発明に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法は、従来に比べて大幅に高い超噴射圧によって燃料を噴射することができると共に最高噴射圧が蓄圧器の燃料圧力によって一義的に決定されることが無くて良好な燃焼、排気特性を実現でき、しかも、任意の燃料噴射パターンで燃料噴射を行うことが可能で燃料噴射パターンの自由度が拡大する（すなわち、燃料の最高噴射圧力、増圧開始時の当該噴射圧力の増加率、噴射終了時の当該噴射圧力の低下率、パイロット噴射圧力、及びアフター噴射圧力等を自由に設定できる）という優れた効果を有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法によって履行することができる任意の燃料噴射パターンの代表例を示す線図である。

10

【図2】本発明の実施の形態に係る一例としての燃料噴射装置の全体構成図である。

【図3】本発明の実施の形態に係る一例としての燃料噴射装置の全体構成図である。

【図4】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置においてコモンレール圧で燃料噴射する場合における噴射時の基本的な特性について説明するための線図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置において増圧器噴射系（ジャーク式噴射系）によって燃料噴射する場合におけるノズルシート部分直前の圧力変化について説明するための線図である。

【図6】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「バルブ作動の位相差制御」による方法で燃料噴射する場合に好適な条件の設定について説明するための線図である。

20

【図7】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「バルブ作動の位相差制御」による方法で最高噴射圧力と噴射圧力増加率を任意に設定した燃料噴射パターンの一例を示す線図である。

【図8】燃料噴射ノズルのニードル弁のニードルリフト特性が圧力に依存する特性である場合について説明するための線図である。

【図9】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「バルブ作動の位相差制御」による方法で最高噴射圧力と噴射圧力低下率を任意に設定した燃料噴射パターンの一例を示す線図である。

【図10】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「バルブ作動の位相差制御」による方法でアフター噴射圧力を任意に設定した燃料噴射パターンの一例を示す線図である。

30

【図11】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法によって生じる排気・燃焼騒音への効果を従来と比較して示す線図である。

【図12】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法によって生じる出力への効果を従来と比較して示す線図である。

【図13】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「増圧器のピストンの移動速度制御（燃料流路面積の変更）」による方法で燃料噴射率を設定する一例を示す線図である。

【図14】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「増圧器のピストンの移動速度制御（燃料流路面積の変更）」による方法で燃料噴射率を設定する一例を示す線図である。

40

【図15】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「増圧器のピストンの移動速度制御（燃料流路面積の変更）」による方法で燃料噴射率を設定する一例を示す線図である。

【図16】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「バルブ作動の位相差制御」による方法で噴射量及び噴射圧を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図17】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち「バルブ作動の位相差制御」による方法で噴射量及び噴射圧を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

50

【図18】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち噴射量及び噴射圧を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図19】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち噴射量及び噴射圧を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図20】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち噴射圧（アフター噴射の圧力）を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図21】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち噴射圧（アフター噴射の圧力）を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図22】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち噴射圧（アフター噴射の圧力）を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図23】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち噴射圧（アフター噴射の圧力）を設定する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図24】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうちブーツ噴射圧力を変更する方法の一例を示す概略的な線図である。

【図25】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち2段のブーツ型噴射を行う方法の一例を示す概略的な線図である。

【図26】本発明の実施の形態に係る燃料噴射装置における燃料噴射方法のうち燃料流路面積を変更する方法の他の例を示す概略的な線図である。

【図27】従来の燃料噴射装置における燃料噴射方法によって燃料噴射が履行された場合の増圧器下流側の圧力の変化状態を示す線図である。

【図28】燃料噴射が履行された場合の増圧器下流側の好ましい圧力の変化状態を示す図27 (B) に対応する線図である。

【符号の説明】

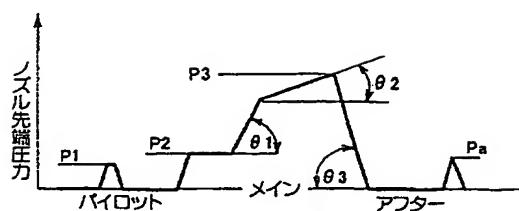
3 0	燃料噴射装置
3 2	蓄圧器
3 4	燃料噴射ノズル
3 6	主油路
3 8	燃料加圧ポンプ
4 0	圧力遮断弁
4 2	噴射制御用油室
4 6	コマンドピストン
4 8	ニードル弁
5 2	噴射制御弁
5 4	増圧器
5 6	シリンダ
5 8	ピストン
6 0	ピストン制御弁（増圧器制御手段）

10

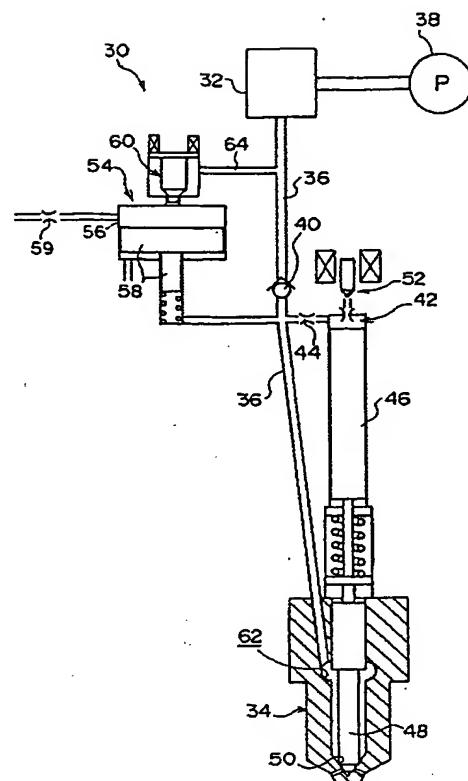
20

30

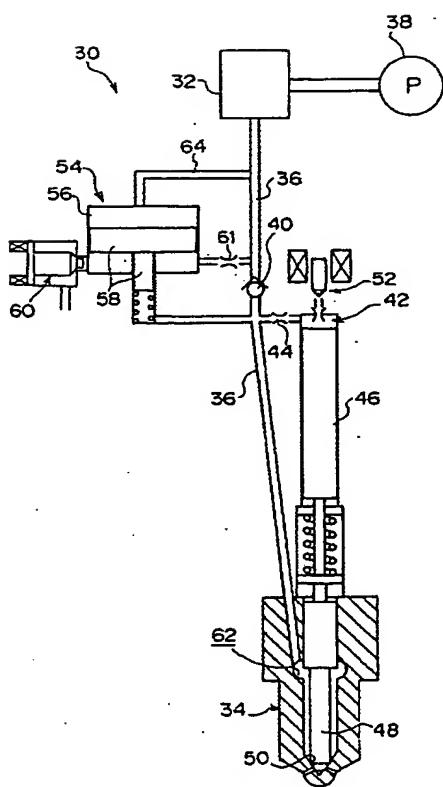
【図 1】



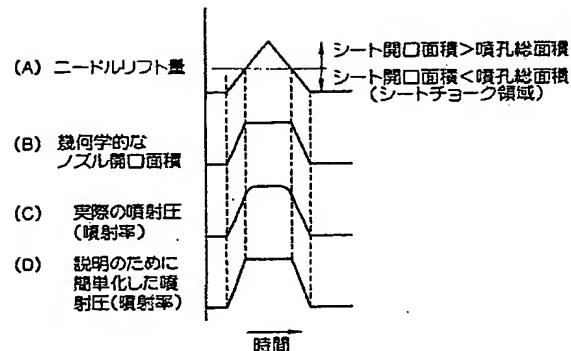
【図 2】



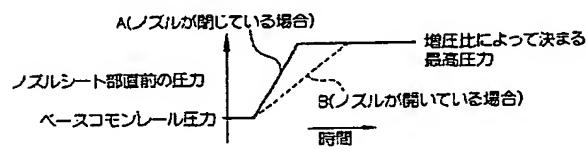
【図 3】



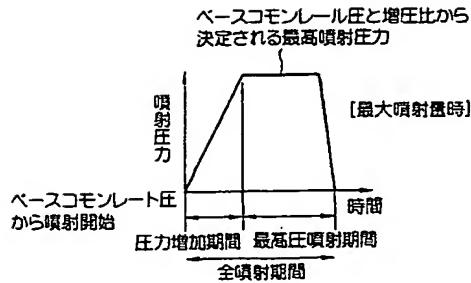
【図 4】



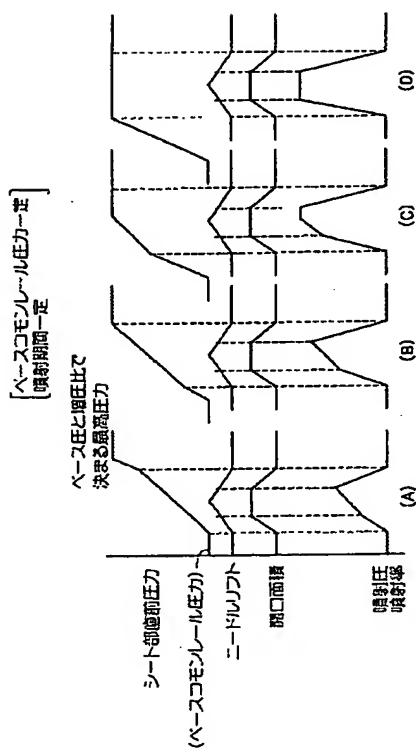
【図 5】



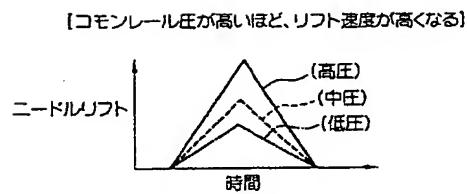
【図 6】



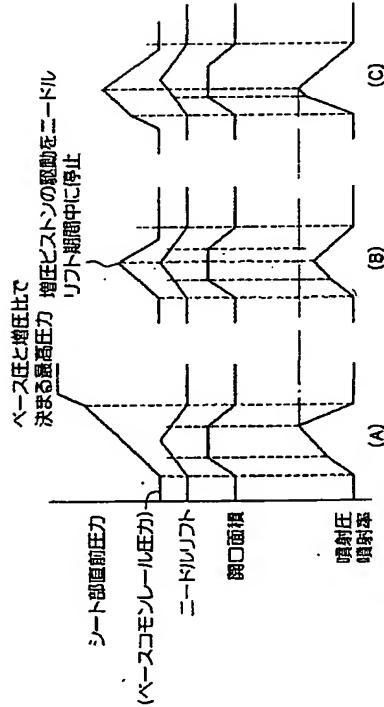
【図 7】



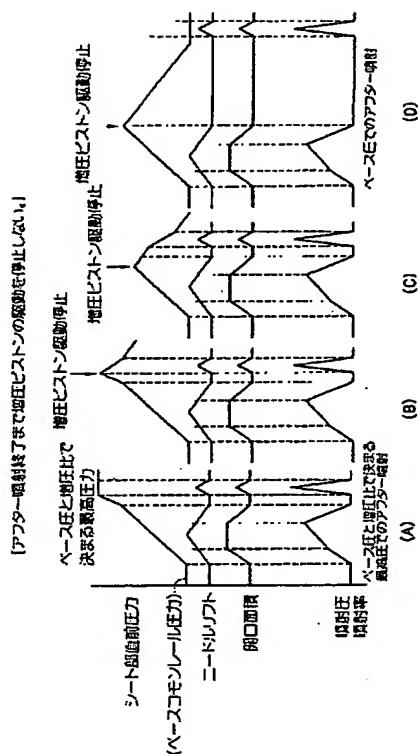
【図 8】



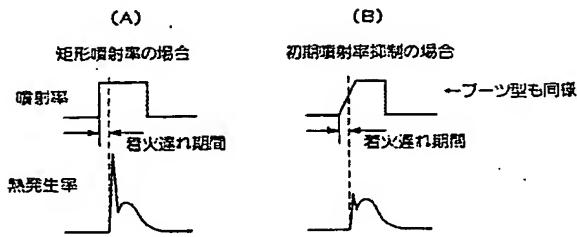
【図 9】



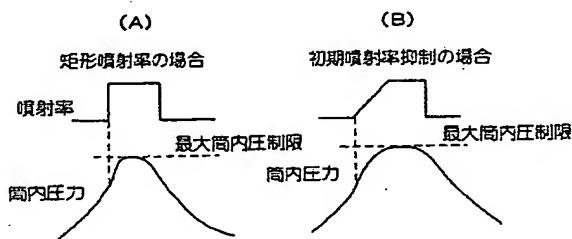
【図 10】



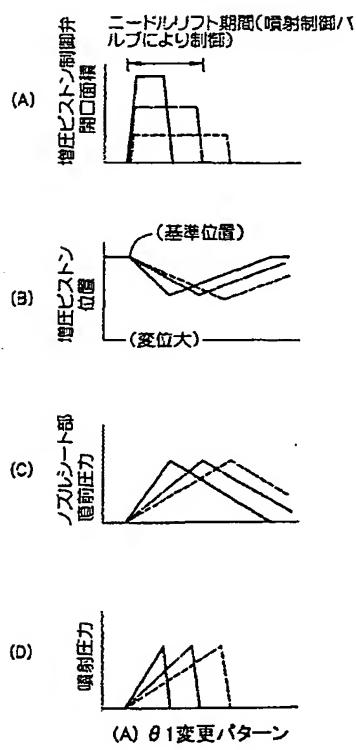
【図 11】



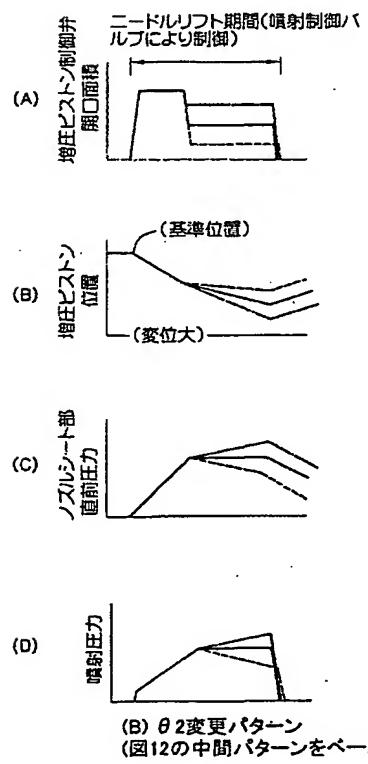
【図 12】



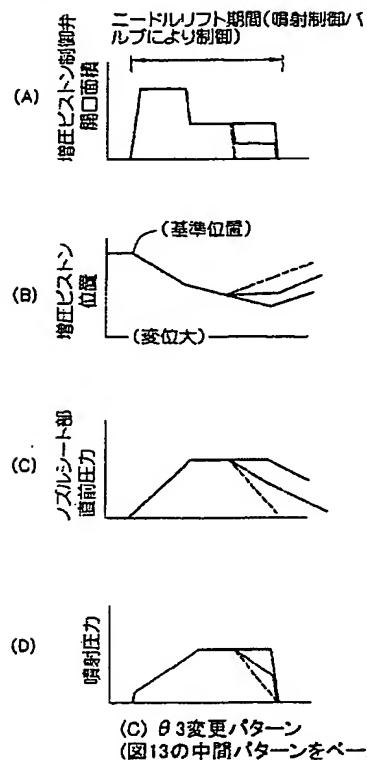
【図 13】



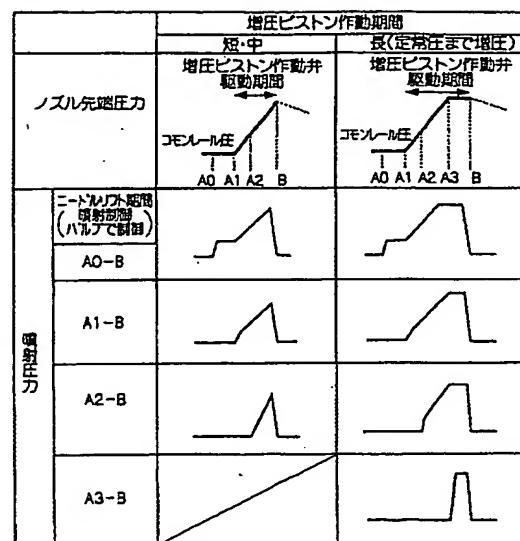
【図 14】



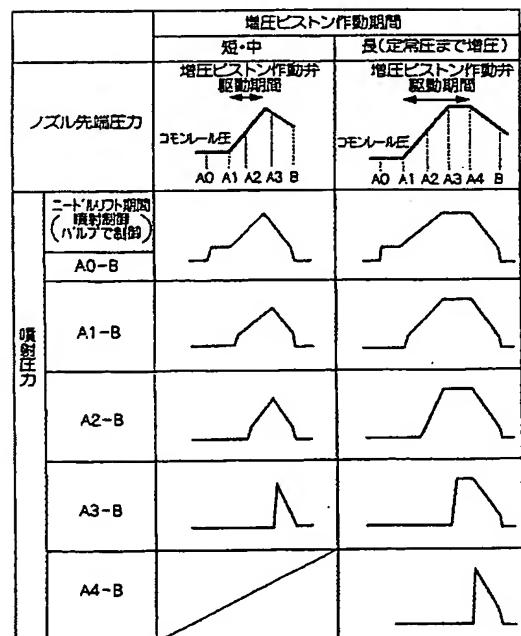
【図 1 5】



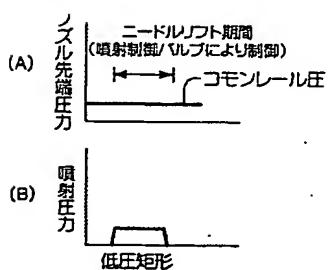
【図 1 6】



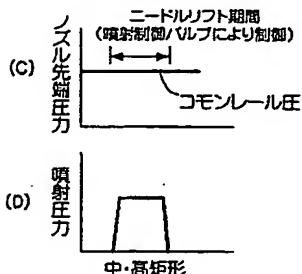
【図 1 7】



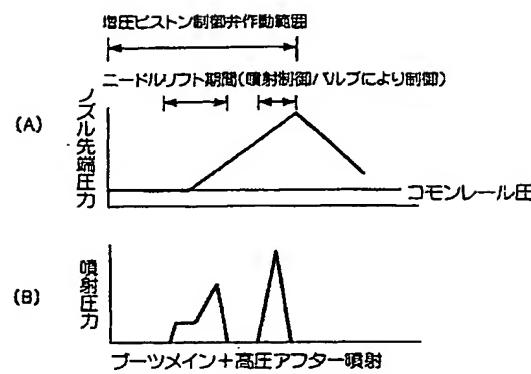
【図 1 8】



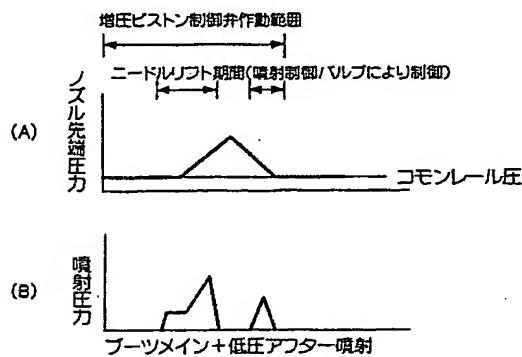
【図 1 9】



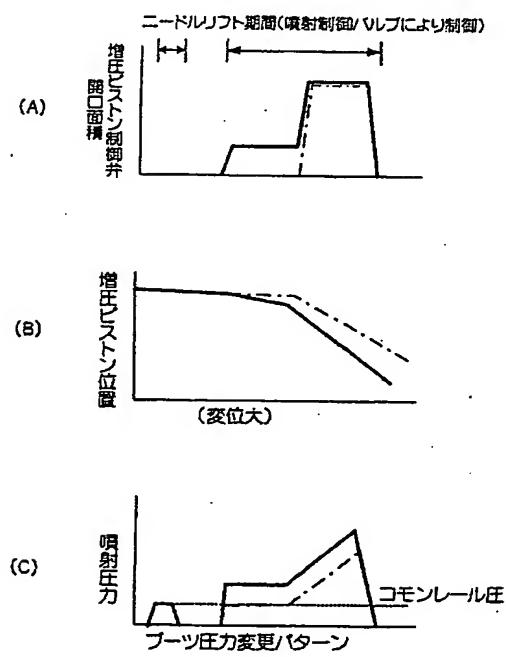
【図 2 0】



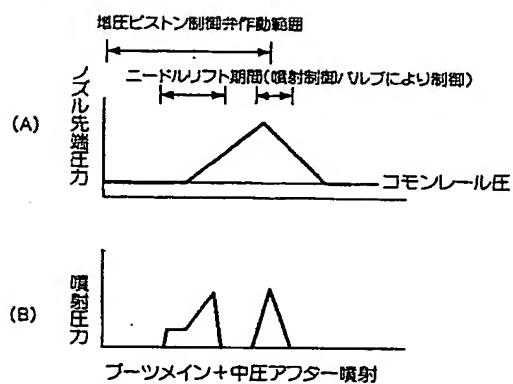
【図 2 1】



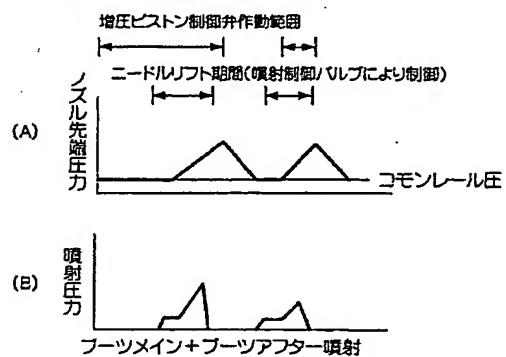
【図 2 4】



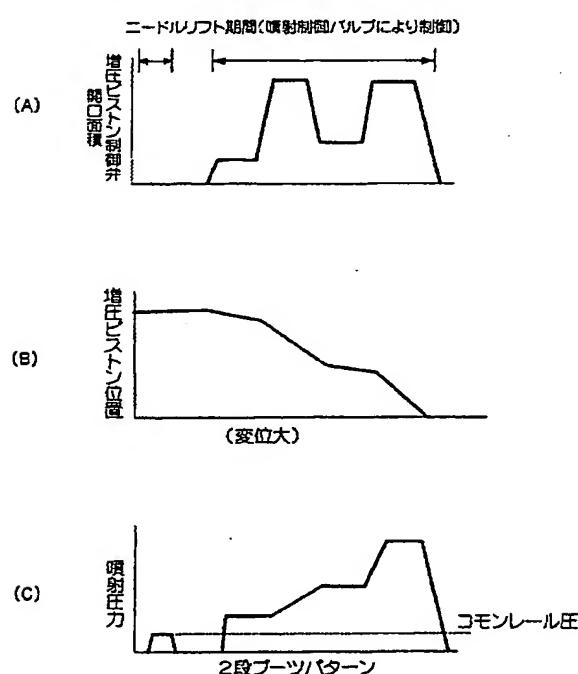
【図 2 2】



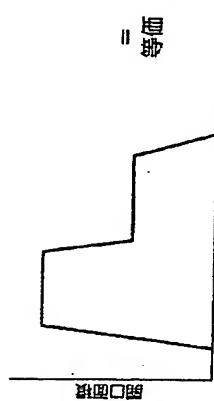
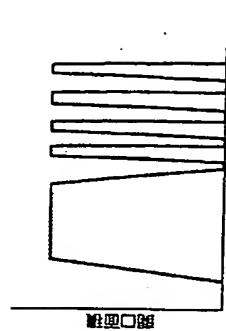
【図 2 3】



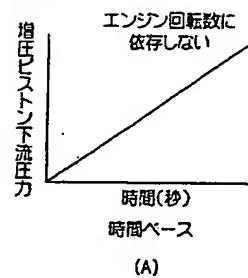
【図 2 5】



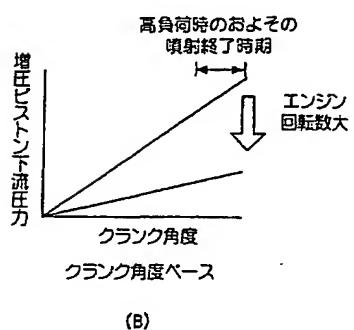
【図 2 6】



【図 2 7】

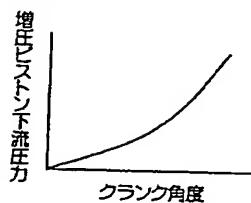


(A)



(B)

【図 2 8】



-----  
フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

F 02M 45/08

Z

F 02M 47/02

(72) 発明者 河村 清美

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72) 発明者 中北 清己

愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

F ターム(参考) 3G066 AA07 AC09 AD01 AD07 BA05 BA13 BA23 BA51 CB07U CB12

CB15 CC05T CC06U CC08U CC14 CC63 CE02 CE22 CE34 CE35

DA06 DA08 DA09

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2004-044494

(43) Date of publication of application : 12.02.2004

(51) Int.CI.

F02M 47/00  
F02M 45/04  
F02M 45/08  
F02M 47/02

(21) Application number : 2002-203204

(71) Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV  
LAB INC

(22) Date of filing :

11.07.2002

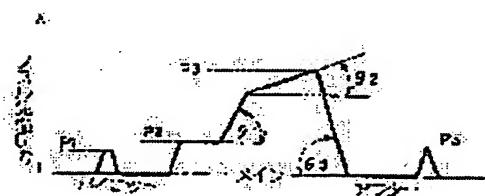
(72) Inventor : HOTTA YOSHIHIRO  
WAKIZAKA YOSHIFUMI  
KAWAMURA KIYOMI  
NAKAKITA KIYOMI

## (54) FUEL INJECTION METHOD IN FUEL INJECTION DEVICE

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel injection method in a fuel injection device capable of realizing successful burning and exhaust characteristics, and beside capable of ejecting fuel in optional fuel injection patterns so as to enhance the flexibility of the fuel injection patterns.

**SOLUTION:** In this fuel injection device provided with a pressure accumulator and a pressure intensifier, an injection control valve and a piston control valve are controlled independently and phase difference in their operations is adjusted, thereby at least any one of the maximum injection pressure of fuel ejected from a fuel injection nozzle, an injection pressure increasing rate when pressure intensifying is started, an injection pressure lowering rate when injection is finished, a pilot injection pressure or an after injection pressure is controlled, and fuel injection is performed. Pressure on the way of transition from base common rail pressure to static maximum pressure statically fixed by operation of the pressure accumulator and pressure intensifier is positively utilized and made to be a controlling element, thereby the fuel injection patterns with extremely high flexibility can be realized.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 22.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

The pressure accumulator which makes a predetermined pressure the fuel oil which is opened for free passage through the main oilway by the reserve well in a fuel injection nozzle, and is fed from a fuel booster pump, and is accumulated,

The pressure latching valve which is prepared in the middle of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage, and intercepts the fuel pressure outflow from said fuel-injection-nozzle side to said pressure accumulator side,

The oil sac for injection control which is open for free passage in the downstream from said pressure latching valve of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage,

The injection control valve which it is prepared in said oil sac for injection control, and makes the needle valve in said fuel injection nozzle stop by making fuel oil pressure act on said oil sac for injection control, and said needle valve is wide opened [ control valve ] by removing the fuel oil of said oil sac for injection control, and makes fuel injection carry out,

The intensifier which is open for free passage in the downstream to said fuel injection nozzle and said oil sac for injection control from said pressure latching valve of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage,

The intensifier control means which makes the fuel pressure of the downstream increase rather than said pressure latching valve by operating said intensifier,

In the fuel-injection approach in preparation \*\*\*\*\*,

By controlling independently said injection control valve and said intensifier control means, respectively, and adjusting the phase contrast of actuation of said both, inside [ it is the rate of increase of the highest injection pressure of the fuel injected from said fuel injection nozzle and the injection pressure concerned after boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned in front of injection termination, a pilot injection pressure, and an after injection pressure ] changes any one to arbitration at least, and fuel injection is carried out,

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment characterized by things.

[Claim 2]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment according to claim 1 characterized by what said fuel injection is carried out for by changing the predetermined pressure of said fuel oil by said pressure accumulator the optimal according to a service condition.

[Claim 3]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment according to claim 1 or 2 with which the pressure-build-up period of the fuel with which the fuel oil consumption by said fuel injection nozzle is injected from said fuel injection nozzle at the time of the maximum injection quantity is characterized by what was set up so that 1/3 or more [ of all fuel injection periods ] might be occupied.

[Claim 4]

At the time in the middle of reaching the static maximum pressure statically decided by actuation of said pressure accumulator and an intensifier with the geometric boost ratio and said pressure accumulator pressure of said intensifier, in case said intensifier is operated by said intensifier control

means While operating said injection control valve and starting the fuel injection from said fuel injection nozzle The fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 characterized by what the highest injection pressure of the fuel injected from said fuel injection nozzle was set for below to said static maximum pressure thru/or claim 3.

[Claim 5]

The fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 characterized by what actuation of said intensifier control means is stopped, said intensifier is suspended, and the injection pressure of the fuel injected from said fuel injection nozzle is reduced for to a predetermined pressure before the needle valve in said fuel injection nozzle stops completely, in case the fuel injection from said fuel injection nozzle is suspended by said injection control valve thru/or claim 4.

[Claim 6]

The fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 characterized by what the opening speed and the closedown rate of a needle valve in said fuel injection nozzle were set up for so that it might become quick as the reserve well in said fuel injection nozzle and the fuel pressure of said oil sac for injection control increase thru/or claim 5.

[Claim 7]

The fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 characterized by what actuation of said intensifier control means is stopped, said intensifier is suspended before starting the after injection concerned, and said after injection is carried out for by the middle pressure between the static maximum pressures statically decided by actuation of the predetermined pressure by said pressure accumulator, said pressure accumulator, and an intensifier in case after injection of a fuel is carried out from said fuel injection nozzle thru/or claim 6.

[Claim 8]

The fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 characterized by what said intensifier is operated for in at least 2 steps or more by said intensifier control means when carrying out multistage injection which divides the fuel injection from said fuel injection nozzle into multiple times, and performs it in an engine's 1 cycle thru/or claim 7.

[Claim 9]

The pressure accumulator which makes a predetermined pressure the fuel oil which is opened for free passage through the main oilway by the reserve well in a fuel injection nozzle, and is fed from a fuel booster pump, and is accumulated,

The pressure latching valve which is prepared in the middle of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage, and intercepts the fuel pressure outflow from said fuel-injection-nozzle side to said pressure accumulator side,

The oil sac for injection control which is open for free passage in the downstream from said pressure latching valve of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage,

The injection control valve which it is prepared in said oil sac for injection control, and makes the needle valve in said fuel injection nozzle stop by making fuel oil pressure act on said oil sac for injection control, and said needle valve is wide opened [ control valve ] by removing the fuel oil of said oil sac for injection control, and makes fuel injection carry out,

The intensifier which is open for free passage in the downstream to said fuel injection nozzle and said oil sac for injection control from said pressure latching valve of said main oilway which has a cylinder and a piston and opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage, making the fuel from said pressure accumulator flow into said cylinder -- or the piston control valve which moves the piston of said intensifier and makes the fuel pressure of the downstream increase rather than said pressure latching valve by making the fuel in said cylinder flow out,

In the fuel-injection approach in preparation \*\*\*\*\*,

By controlling the passing speed of the piston of said intensifier, inside [ it is the rate of increase of the highest injection pressure of the fuel injected from said fuel injection nozzle and the injection pressure concerned at the time of boost initiation the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, and an after injection pressure ] changes any one to arbitration at least, and fuel injection is carried out,

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment characterized by things.

## [Claim 10]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment according to claim 9 characterized by what said fuel injection is carried out for by controlling independently said injection control valve and said piston control valve, respectively, and adjusting the phase contrast of actuation of said both.

## [Claim 11]

Control of the passing speed of the piston of said intensifier is the fuel-injection approach in the fuel injection equipment according to claim 9 or 10 characterized by what is performed by changing said fuel flow passage area of said cylinder by said piston control valve.

## [Claim 12]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment according to claim 11 characterized by what said fuel flow passage area of said cylinder by said piston control valve is changed for during the open period of the needle valve in said fuel injection nozzle.

## [Claim 13]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment according to claim 11 or 12 characterized by what said fuel passage maximum area of said cylinder by said piston control valve was uniquely set up for according to each injection, respectively when carrying out multistage injection which divides the fuel injection from said fuel injection nozzle into multiple times, and performs it in an engine's 1 cycle.

## [Claim 14]

The fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 11 characterized by what said fuel flow passage area of said cylinder is substantially changed for by opening and closing said piston control valve periodically for a short time thru/or claim 13.

## [Claim 15]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment according to claim 14 characterized by what the closing motion period of said piston control valve is changed for.

## [Claim 16]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment according to claim 15 characterized by what the closing motion period of said piston control valve was uniquely set up for according to each injection, respectively when carrying out multistage injection which divides the fuel injection from said fuel injection nozzle into multiple times, and performs it in an engine's 1 cycle.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]**

[0001]

**[Industrial Application]**

This invention relates to the fuel-injection approach in the fuel injection equipment which injects the pressurized fuel oil from a fuel injection nozzle.

[0002]

**[Description of the Prior Art]**

The fuel fed with the high-pressure feed pump is accumulated with a pressure accumulator (the so-called common rail), and the pressure accumulation-type (common rail type) fuel injection equipment which injects this fuel from a fuel injection nozzle in an engine cylinder to predetermined timing is known.

[0003]

In a such pressure accumulation-type fuel injection equipment, even if an engine rotational frequency becomes a low speed, predetermined fuel injection pressure is maintainable (fuel injection pressure not declining). It has greatly contributed to improvement in fuel consumption, or a high increase in power by the fuel injection by high pressure.

[0004]

By the way, to implementation (clean-izing of exhaust gas) of good emission, it is known that minor-diameter-izing of the nozzle injection tip in a fuel injection equipment is effective. However, on the other hand, with the injection pressure of a conventional pressure accumulation-type fuel injection equipment (common rail injection system), if a thing still smaller than the present injection aperture is used, since a fuel injection period will become long too much in a high engine speed and a heavy load field, it is surmised to a high increase in power that it is disadvantageous.

[0005]

Moreover, it is in the inclination for high rotational frequency-ization to be attained, by the small diesel power plant in recent years. Here, the air speed in an engine cylinder increases in proportion [ almost ] to an engine speed. Therefore, in the same injection pressure, at the time of a high rotational frequency, spraying becomes is easy to pass as compared with the time of a low rotational frequency, the air utilization rate in a cylinder falls, and it becomes easy to discharge a smoke (black smoke). Therefore, in order to improve this, the further high-pressure-ization of injection pressure is desired. However, in the conventional pressure accumulation-type fuel injection equipment (common rail injection system) like the above-mentioned, since it is the configuration which accumulates a regular predetermined pressure in a pressure accumulator (for example, the maximum injection pressure of the present common rail injection system is 130MPa extent), a limitation is to high-pressure-ize from the point of the reinforcement of equipment more sharply than this (if it puts in another way, it is difficult to form an injection pressure into super-high injection pressure compared with the former).

[0006]

The fuel injection equipment which formed boost equipment further in the such pressure accumulation-type fuel injection equipment on the other hand is proposed (for example, JP,8-21332,A).

[0007]

In the fuel injection equipment shown in said official report, the boost equipment which pressurizes further the pressurization fuel oil sent out from the pressure accumulator (common rail) according to an operation of the selector valve for piston actuation is formed. This boost equipment is equipped with the boost piston which consists of a major-diameter piston and a minor diameter piston, and two or more oilways which are open for free passage to the selector valve for piston actuation, and the fuel sent out from the fuel booster pump flows in boost equipment through the selector valve for piston actuation from a pressure accumulator, and is supplied to the oil sac for injection control further for injection nozzle control (injector control room), and a list at an injection nozzle. In case a fuel is injected, it has composition which carries out change control of the low voltage injection which sends and injects the fuel oil from a pressure accumulator to an injection nozzle directly (as it is) by the selector valve for fuel-injection control prepared in the oil sac for injection control, and the high-pressure injection which sends and injects the fuel oil further pressurized with boost equipment to an injection nozzle. Therefore, it can consider as the fuel-injection gestalt suitable for an engine operation situation.

[0008]

However, there was a fault which produces the following problems in this fuel injection equipment.

[0009]

That is, in said fuel injection equipment, since it is a configuration with fixed fuel inlet-port area from a pressure accumulator to the major-diameter piston side of an intensifier and fuel exit area by the side of the minor diameter piston of the intensifier which is open for free passage to the selector valve for piston actuation, the hours history of the fuel pressure when operating an intensifier is uniquely determined by the fuel pressure of a pressure accumulator. The example is shown in drawing 27 (A) and drawing 27 (B). If an axis of abscissa is expressed with time amount (second) as shown in drawing 27 (A), it will not depend for the hours history of the fuel pressure of an intensifier lower stream of a river on an engine speed. On the other hand, if an axis of abscissa is expressed with an engine crank angle as shown in drawing 27 (B), a pressure buildup will become slow, so that an engine speed is high. Therefore, especially in a heavy load, the fuel injection period in the base must be set up for a long time whenever [ crank angle ], so that an engine speed is high. Thus, it is an inhibition factor to a high increase in power that a fuel injection period becomes long too much, and it is not desirable.

[0010]

It is mentioned that make the fuel pressure of a pressure accumulator (common rail) increase, and a higher engine speed increases the force of acting on an intensifier, and makes the R/C of the fuel pressure of a boost piston lower stream of a river increase as the way method for avoiding this. However, in inside and a heavy load field, although the injection pressure of the Maine injection needs high pressure, a noise reduction and an exhaust air improvement are moreover aimed at at this time and pilot injection (carry out fuel injection before the Maine injection) or multi-injection (fuel injection of multiple times) is carried out, unlike the Maine injection pressure, generally, the optimum value of the injection pressure of this pilot injection is a pressure lower than it. In order to inject the reason at an early stage considerably from a compression top dead center, it is for the accomplishment force of injection becoming large too much, and making a cylinder liner side produce fuel adhesion according to the air temperature in a cylinder and a consistency being low, when injection pressure is set up too much highly. However, since it is necessary to heighten the fuel pressure (fuel pressure of a pressure accumulator) made to act on the major-diameter piston of an intensifier in order to generate high injection pressure in a high engine-speed field in said proposed fuel injection equipment, the injection pressure at the time of the pilot injection which injects the fuel for a pressure accumulator as it is becomes higher than an optimum value too much, and fuel adhesion in a cylinder liner side is not avoided, but become unburnt [ HC ] or a smoked generation factor is guessed.

[0011]

if it sets up so that the boost piston down-stream pressure at the time of the pilot injection (fuel pressure of a pressure accumulator) which was suitable at the time of a high engine speed, and intensifier actuation may be obtained appropriately on the other hand, and the fuel path by the side of a boost piston major diameter is expanded and passage resistance is decreased for example,, at the

time of a low engine speed, the rise of the fuel pressure of the boost piston lower stream of a river in the crank angle base at the time of intensifier actuation will become steep. By this, an initial injection rate becomes high too much, a premixed combustion rate increases, and NOx and the noise get worse. If the fuel pressure of the pressure accumulator at the time of a low engine speed is reduced and it is made for the initial injection rate of the Maine injection to become suitable in order to avoid this, the atomization condition of the pilot injection injected with the fuel pressure of a pressure accumulator will get worse, and it will lead to generating of a smoke.

[0012]

On the other hand, if it is made the property which the fuel pressure R/C of the boost piston lower stream of a river at the time of intensifier actuation increases with time amount as shown, for example in drawing 28, the Maine injection can also secure high fuel pressure (fuel pressure of a boost piston lower stream of a river) in a high engine speed and the condition of having set it as the fuel pressure (fuel pressure of a pressure accumulator) of the optimal pilot injection at the time of a heavy load. Although this enabled it to realize low NOx, the low noise, and a high power engine since the above troubles were solvable, such a setup had not accomplished in the former.

[0013]

In addition, the common rail with boost equipment (WO0055496) and the boost type injection system (DE4118237, DE4118236) of oil pressure and a cam are proposed conventionally. However, since the period (inclination period of a pressure) when a pressure changes unlike these having regarded the behavior of an injection system as dynamic transient phenomenon like this invention is regarded as a transition period when a pressure changes from low voltage to high pressure, it has a practical technical problem in various kinds of control about a boost etc.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

While this invention can inject a fuel with sharply high super-high injection pressure in consideration of the above-mentioned fact compared with the former, the highest injection pressure is not uniquely determined by the fuel pressure of a pressure accumulator. Good combustion, An exhaust air property is realizable, moreover, it is possible to perform fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration, and the degree of freedom of a fuel-injection pattern is expanded (). That is, it is the purpose to acquire the fuel-injection approach in the fuel injection equipment which can set up freely the rate of increase of the highest injection pressure of a fuel and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, an after injection pressure, etc.

[0015]

[Means for Solving the Problem]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 1 The pressure accumulator which makes a predetermined pressure the fuel oil which is opened for free passage through the main oilway by the reserve well in a fuel injection nozzle, and is fed from a fuel booster pump, and is accumulated, The pressure latching valve which is prepared in the middle of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage, and intercepts the fuel pressure outflow from said fuel-injection-nozzle side to said pressure accumulator side, The oil sac for injection control which is open for free passage in the downstream from said pressure latching valve of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage, It is prepared in said oil sac for injection control, and the needle valve in said fuel injection nozzle is made to stop by making fuel oil pressure act on said oil sac for injection control. The injection control valve which said needle valve is opened [ control valve ] wide and makes fuel injection carry out by removing the fuel oil of said oil sac for injection control, By operating said fuel injection nozzle, the intensifier which is open for free passage to said oil sac for injection control, and said intensifier in the downstream rather than said pressure latching valve of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage In the fuel-injection approach in the fuel injection equipment equipped with the intensifier control means which makes the fuel pressure of the downstream increase rather than said pressure latching valve By controlling independently said injection control valve and said intensifier control means, respectively, and adjusting the phase contrast of actuation of said both The rate of increase of

the highest injection pressure of the fuel injected from said fuel injection nozzle, and the injection pressure concerned after boost initiation, It is characterized by the thing of the decreasing rate of the injection pressure concerned in front of injection termination, a pilot injection pressure, and the after injection pressures for which any one is changed to arbitration at least, and fuel injection is carried out.

[0016]

The fuel injection equipment with which the rate control approach of fuel injection according to claim 1 is applied is equipped with a pressure accumulator, a pressure latching valve, the oil sac for injection control, the injection control valve, the intensifier, and the intensifier control means. To an intensifier, the fuel (base common-rail-pressure force) from a pressure accumulator is supplied, and it boosts this. Moreover, to the fuel injection nozzle, a pressure accumulator injection system (common rail type injection system) is constituted by "a pressure accumulator, a pressure latching valve, the oil sac for injection control, and the injection control valve", and it has this pressure accumulator injection system and the composition that the intensifier has been arranged at juxtaposition here. If it puts in another way, an intensifier injection system (jerk formula injection system) is constituted by "an intensifier, an intensifier control means, the oil sac for injection control, and the injection control valve" to a fuel injection nozzle.

[0017]

In case a fuel is injected by the pressure accumulator injection system (common rail type injection system), an intensifier is made into a non-operative condition and the fuel oil from a pressure accumulator is further fed by the intensifier control means through a pressure latching valve at the reserve well in a fuel injection nozzle. At this time, the fuel oil from a pressure accumulator is injected from a fuel injection nozzle directly (as it is) by removing the fuel oil of the oil sac for injection control by the injection control valve.

[0018]

On the other hand, in case a fuel is injected by the intensifier injection system (jerk formula injection system), an intensifier is made into an operating state by the intensifier control means. Then, the fuel oil further pressurized by the intensifier is fed by the reserve well in a fuel injection nozzle, and the oil sac for injection control. At this time, the fuel oil which the injection control valve boosted with said intensifier by removing the fuel oil of the oil sac for injection control is injected from a fuel injection nozzle.

[0019]

Thus, in the fuel injection equipment concerned, change control can be carried out and fuel injection of the low voltage injection which sends and injects the fuel oil from a pressure accumulator to a fuel injection nozzle as it is, and the high-pressure injection which sends and injects the fuel oil further pressurized with the intensifier to a fuel injection nozzle can be carried out. Therefore, the fuel injection equipment concerned does the following effectiveness so fundamentally.

[0020]

\*\*1 The fuel (base common-rail-pressure force) from a pressure accumulator is supplied to an intensifier, and since this is boosted and injected, super-high injection pressure-ization exceeding the injection pressure by the conventional common rail injection system is realizable. Therefore, a fuel can be injected in a suitable fuel injection period at the time of a high engine speed and a heavy load, and improvement in the speed can be attained more. Moreover, it is possible to make a atomization improvement of spraying by minor-diameter-izing of a diameter of nozzle hole and the combustion improvement by extra-high-voltage-izing of injection pressure without large extension of a fuel injection period, and by this, since the oxygen of a combustion chamber is effectively utilizable, also in a high rotational frequency, smoked discharge can realize few good combustion conditions. A high power engine is realizable by low emission with this. Furthermore, since it is not necessary to always accumulate a super-high injection pressure, as compared with the conventional common rail injection system which always accumulates predetermined high injection pressure, it is advantageous from the point of the reinforcement of an injection system, and low cost-ization can also be attained.

[0021]

\*\*2 Since it is the structure where a fuel is supplied from a pressure accumulator when the parallel arrangement of the intensifier is carried out to the pressure accumulator injection system (common

rail type injection system) and down-stream fuel pressure becomes below common rail pressure from a pressure latching valve, when carrying out after injection after the Maine injection, a fuel is not injected with low voltage rather than common rail pressure. The combustion facilitatory effect by that the fuel by which the fuel itself by which after injection was carried out did not cause [ of a smoke ] generating, and after injection was carried out since after injection of the spraying of a good atomization condition was carried out by this carries out disturbance of the burning space, or raising the temperature of burning space can be pulled out to the maximum extent.

[0022]

Moreover, in inside and a heavy load field, although the injection pressure of the Maine injection needs high pressure, a noise reduction and an exhaust air improvement are moreover aimed at at this time and pilot injection (or multi-pilot injection) is carried out before the Maine injection, unlike the Maine injection pressure, generally, the optimum value of the injection pressure of this pilot injection is a pressure lower than it. Also in this case, since change control can be carried out and fuel injection of low voltage injection and the high-pressure injection can be carried out, the optimal injection pressure can be respectively set up by pilot injection and the Maine injection.

[0023]

Furthermore, things injected combining injection with common rail pressure and the injection which operated the intensifier free, such as injecting the early stages of injection with common rail pressure, operating an intensifier and carrying out high-pressure injection from the middle, or operating an intensifier in early stages of injection, carrying out high-pressure injection, suspending an intensifier in the middle, and injecting with common rail pressure, are possible. Thus, the degree of freedom of an injection pattern is large.

[0024]

\*\*3 In the former, in case it prepared for the next injection after operating boost equipment and injecting, it was the cause by which there was possibility that cavitation will occur in an oilway and erosion will arise, and the endurance of a fuel-injection system got worse remarkably. On the other hand, in a fuel injection equipment according to claim 1, since it is the structure where a fuel is supplied from a common rail when the parallel arrangement of the intensifier is carried out to the pressure accumulator injection system (common rail type injection system) and down-stream fuel pressure becomes below common rail pressure from a pressure latching valve, fuel pressure does not become below the vapor pressure of a fuel. therefore, since there are no worries about the erosion of the oilway by cavitation generating, endurance is markedly alike and improves.

[0025]

\*\*4 Since the parallel arrangement of the intensifier is carried out to the pressure accumulator injection system (common rail type injection system), where between a pressure accumulator and intensifiers is intercepted, even if an intensifier breaks down, it can inject with common rail pressure. For this reason, an engine does not stop suddenly.

[0026]

Here, it faces carrying out fuel injection, an injection control valve and an intensifier control means are controlled independently by the fuel-injection approach according to claim 1, respectively, and the phase contrast of actuation of both is adjusted. Any one is controlled at least by this by the optimal value according to an engine speed or loaded condition of the rate of increase of the highest injection pressure of the fuel injected from a fuel injection nozzle, and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, and the after injection pressures, and fuel injection is carried out.

[0027]

By controlling the fuel pressure (base common rail pressure) by the pressure accumulator, and the fuel top pressure up by actuation of an intensifier by the high degree of freedom, in case a needle valve is opened wide and fuel injection is carried out, if it puts in another way, the phase contrast of the open timing (actuation of an injection control valve) of a needle valve and the actuation timing (actuation of an intensifier control means) of an intensifier will be adjusted, and fuel injection will be carried out so that it may become the optimal fuel-injection pattern according to an engine speed or loaded condition.

[0028]

That is, since the stage of injection can be chosen to the open timing of a needle valve to an injection pressure increasing gradually by actuation of an intensifier according to the fuel-injection approach in the fuel injection equipment concerned, the control of a fuel-injection pattern based on the injection pressure and the injection rate of a fuel is attained. Therefore, a fuel-injection pattern with a very high degree of freedom is realizable.

[0029]

For example, when carrying out pilot injection, the Maine injection, and multi-injection that performs after injection so that it may illustrate to drawing 1 A pilot injection pressure (P1), the Maine boot injection pressure (P2), the Maine injection maximum pressure (P3), The rate of an after [ the after (injection-pressure Pa) boot fuel-injection-period termination ] pressure buildup (theta 1), the highest injection pressure attainment direct total-pressure force R/C (theta 2), the rate of pressure drawdown at the time of the Maine injection termination (theta 3), etc. are freely controllable (it sets up and carries out).

[0030]

thus, by the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 1 While being able to inject a fuel with sharply high super-high injection pressure compared with the former, the highest injection pressure is not uniquely determined by the fuel pressure of a pressure accumulator. Good combustion, In order to be able to realize an exhaust air property and to consider as the control member of injection moreover, using positively the pressure between the fuel pressure (base common rail pressure) by the pressure accumulator, and the static maximum pressure by actuation of an intensifier, It is possible to perform fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration, and the degree of freedom of a fuel-injection pattern is expanded (). That is, the rate of increase of the highest injection pressure of a fuel and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, an after injection pressure, etc. can be set up freely.

[0031]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 2 is characterized by what said fuel injection is carried out for in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 1 by changing the predetermined pressure of said fuel oil by said pressure accumulator the optimal according to a service condition.

[0032]

Namely, the predetermined pressure (base common rail pressure) of the fuel oil by the pressure accumulator If the predetermined pressure (base common rail pressure) of fuel oil it does not need to be fixed in all engine performance regions, and according to the pressure accumulator concerned is changed like the fuel-injection approach according to claim 2 It is further much more effective to performing fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration (setting up freely the rate of increase of the highest injection pressure of a fuel, and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, an after injection pressure, etc.).

[0033]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 3 is characterized by what the pressure-build-up period of the fuel with which the fuel oil consumption by said fuel injection nozzle is injected from said fuel injection nozzle at the time of the maximum injection quantity set up so that 1/3 or more [ of all fuel injection periods ] might be occupied in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 1 or 2.

[0034]

Thereby, fuel injection in the fuel-injection pattern of said arbitration can be controlled appropriately (the rate of increase of the highest injection pressure of a fuel, and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, after injection pressure, etc.).

[0035]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 4 In the fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 thru/or

claim 3 At the time in the middle of reaching the static maximum pressure statically decided by actuation of said pressure accumulator and an intensifier with the geometric boost ratio and said pressure accumulator pressure of said intensifier, in case said intensifier is operated by said intensifier control means While operating said injection control valve and starting the fuel injection from said fuel injection nozzle, it is characterized by what the highest injection pressure of the fuel injected from said fuel injection nozzle was set for below to said static maximum pressure.

[0036]

The rate of increase of the injection pressure of the fuel injected from a fuel injection nozzle can be set as arbitration by this (adjustable), and even if it is the case that the predetermined pressure (base common rail pressure) of fuel oil by the pressure accumulator and the static maximum pressure (boost ratio) by the intensifier are temporarily fixed, fuel injection can be carried out by the fuel-injection pattern (rate of increase of an injection pressure) of arbitration.

[0037]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 5 In the fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 thru/or claim 4 In case the fuel injection from said fuel injection nozzle is suspended by said injection control valve Before the needle valve in said fuel injection nozzle stops completely, actuation of said intensifier control means is stopped, said intensifier is suspended, and it is characterized by what the injection pressure of the fuel injected from said fuel injection nozzle is reduced for to a predetermined pressure.

[0038]

The decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination of the fuel injected from a fuel injection nozzle can be set as arbitration by this (adjustable), and the degree of freedom of an injection-rate setup can be raised.

[0039]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 6 is characterized by what the opening speed and the closedown rate of a needle valve in said fuel injection nozzle were set up for so that it might become quick as the reserve well in said fuel injection nozzle and the fuel pressure of said oil sac for injection control increase in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 thru/or claim 5.

[0040]

By this, the opening speed and the closedown rate of a needle valve become quick, so that the reserve well in a fuel injection nozzle and the fuel pressure of the oil sac for injection control are high. It will pass through a sheet choke field (field with less substantial opening area of a nozzle sheet than a nozzle nozzle hole gross area) quickly (a sheet choke period becoming short). Moreover, the opening speed and the closedown rate of a needle valve become slow, so that said fuel pressure is low, and it will pass through a sheet choke field slowly (a sheet choke period becomes long).

Therefore, fuel injection in the fuel-injection pattern of said arbitration can be controlled much more appropriately (the rate of increase of the injection pressure concerned at the time of boost initiation, decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, etc.).

Moreover, the effectiveness that it can act so that the injection quantity may become homogeneity substantially, even if it changes some stages to suspend actuation of an intensifier since the opening speed of a needle valve and a closedown rate become slow, so that said fuel pressure is moreover low, and a fuel fuel injection period becomes long, and the variation in the injection quantity can be reduced also does so. [0041]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 7 In the fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 1 thru/or claim 6 In case after injection of a fuel is carried out from said fuel injection nozzle, before starting the after injection concerned, stop actuation of said intensifier control means and said intensifier is suspended. It is characterized by what said after injection is carried out for by the middle pressure between the static maximum pressures statically decided by actuation of the predetermined pressure by said pressure accumulator, said pressure accumulator, and an intensifier.

[0042]

In order to perform after injection by the high injection pressure at spacing narrow after the Maine

injection in order to, suppose that fuel injection is performed only by the predetermined pressure (base common rail pressure) of the fuel oil by the pressure accumulator, and two pressures of the static maximum pressure by actuation of an intensifier for example, and to reduce soots (carbon etc.) here or to carry out after treatment of exhaust gas, it is possible to carry out after injection by the low injection pressure. However, when performing after injection by the high injection pressure at spacing narrow after the Main injection like the above-mentioned and the injection pressure concerned is too high, the increment in NOX and the increment in a combustion noise will be caused. That is, it is not good to perform after injection by the high injection pressure only in consideration of reduction of soots (soot, carbon, etc.), and the optimal pressure exists in the injection pressure concerned. If the injection pressure concerned is too low on the other hand when carrying out after injection, in order to carry out after treatment of exhaust gas, the problem that a soot and PM (particulate matter) increase according to atomization aggravation of spraying will arise. Moreover, aggravation of emission will be caused, while a fuel will adhere to an engine's wall surface and the problem of fixing and oil dilution of the piston ring will arise, if the injection pressure concerned is too high. That is, in order to carry out after treatment of exhaust gas, when carrying out after injection, the optimal pressure exists in the injection pressure concerned. Thus, when performing fuel injection only by the predetermined pressure (base common rail pressure) by the pressure accumulator, and two pressures of the static maximum pressure by actuation of an intensifier, optimal fuel injection which can respond to all cannot be carried out.

[0043]

By the fuel-injection approach in this point and a fuel injection equipment according to claim 7 In order to suspend an intensifier and to carry out after injection by the middle pressure between the predetermined pressure (base common rail pressure) by the pressure accumulator, and the static maximum pressure by actuation of an intensifier, before starting the after injection concerned in case after injection is carried out, By adjusting the halt stage of an intensifier (control), after injection can be carried out by the injection pressure of the optimal arbitration which can respond to all.

[0044]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 8 is characterized by what said intensifier is operated for in at least 2 steps or more by said intensifier control means, when carrying out multistage injection which divides the fuel injection from said fuel injection nozzle into multiple times, and carries it out to any 1 term of claim 1 thru/or claim 7 in an engine's 1 cycle in the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of a publication.

[0045]

Thereby, the degree of freedom of an injection pattern can be expanded further.

[0046]

On the other hand, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 9 The pressure accumulator which makes a predetermined pressure the fuel oil which is opened for free passage through the main oilway by the reserve well in a fuel injection nozzle, and is fed from a fuel booster pump, and is accumulated, The pressure latching valve which is prepared in the middle of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage, and intercepts the fuel pressure outflow from said fuel-injection-nozzle side to said pressure accumulator side, The oil sac for injection control which is open for free passage in the downstream from said pressure latching valve of said main oilway which opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage, It is prepared in said oil sac for injection control, and the needle valve in said fuel injection nozzle is made to stop by making fuel oil pressure act on said oil sac for injection control. The injection control valve which said needle valve is opened [ control valve ] wide and makes fuel injection carry out by removing the fuel oil of said oil sac for injection control, The intensifier which is open for free passage in the downstream to said fuel injection nozzle and said oil sac for injection control from said pressure latching valve of said main oilway which has a cylinder and a piston and opens said fuel injection nozzle and pressure accumulator for free passage, The piston of said intensifier is moved by [ which make the fuel from said pressure accumulator flow into said cylinder ] making the fuel in a twist or said cylinder flow out especially. In the fuel-injection approach in the fuel injection equipment equipped with the piston control valve which makes the fuel pressure of the downstream increase rather than said pressure

latching valve The highest injection pressure of the fuel injected from said fuel injection nozzle by controlling the passing speed of the piston of said intensifier, It is characterized by the thing of the rate of increase of the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, and the after injection pressures for which any one is changed to arbitration at least, and fuel injection is carried out.

[0047]

The fuel injection equipment with which the rate control approach of fuel injection according to claim 9 is applied is the same configuration as the fuel injection equipment with which the rate control approach of fuel injection according to claim 1 fundamentally mentioned above is applied, and does the still more nearly same effectiveness so.

[0048]

Moreover, it faces carrying out fuel injection, the passing speed of the piston of an intensifier is controlled by the fuel-injection approach according to claim 9, any one is adjusted to the optimal value according to an engine speed or loaded condition of the rate of increase of the highest injection pressure of the fuel injected from a fuel injection nozzle, and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, and the after injection pressures at least, and fuel injection is carried out here.

[0049]

If it puts in another way, in case a needle valve is opened wide and fuel injection is carried out, the passing speed of the piston of an intensifier will be controlled and fuel injection will be carried out so that the fuel pressure (base common rail pressure) by the pressure accumulator and the fuel top pressure up (\*\*\*\*\*\*) by actuation of an intensifier may serve as optimal fuel-injection pattern according to an engine speed or loaded condition. Therefore, a fuel-injection pattern with a very high degree of freedom can be realized, and the same effectiveness as the rate control approach of fuel injection according to claim 1 mentioned above is done so.

[0050]

For example, when carrying out pilot injection, the Maine injection, and multi-injection that performs after injection so that it may illustrate to drawing 1 A pilot injection pressure (P1), the Maine boot injection pressure (P2), the Maine injection maximum pressure (P3), The rate of an after [ the after (injection-pressure Pa) boot fuel-injection-period termination ] pressure buildup (theta 1), the highest injection pressure attainment direct total-pressure force R/C (theta 2), the rate of pressure drawdown at the time of the Maine injection termination (theta 3), etc. are freely controllable (it sets up and carries out).

[0051]

thus, by the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 9 While being able to inject a fuel with sharply high super-high injection pressure compared with the former, the highest injection pressure is not uniquely determined by the geometric dimension item of the fuel pressure of a pressure accumulator, and an intensifier. Good combustion, An exhaust air property is realizable, moreover, it is possible to perform fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration, and the degree of freedom of a fuel-injection pattern is expanded (). That is, the rate of increase of the highest injection pressure of a fuel and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, an after injection pressure, etc. can be set up freely.

[0052]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 10 is characterized by what said fuel injection is carried out for in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 9 by controlling independently said injection control valve and said piston control valve, respectively, and adjusting the phase contrast of actuation of said both.

[0053]

That is, in order to also adjust the phase contrast of actuation of an injection control valve and a piston control valve (also combine the fuel-injection approach according to claim 1, and constitute

and fold it), it is much more suitable, and it not only controls the passing speed of the piston of an intensifier, but [ in order to adjust the injection pattern of a fuel, ] it becomes possible to perform fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration, and the degree of freedom of a fuel-injection pattern is expanded.

[0054]

As the concrete technique which furthermore controls the passing speed of the piston of an intensifier here in order to adjust the injection pattern of a fuel, a thing according to claim 11 is suitable.

[0055]

That is, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 11 is characterized by what control of the passing speed of the piston of said intensifier is performed for by changing said fuel flow passage area of said cylinder by said piston control valve in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 9 or 10.

[0056]

The fuel flow passage area of a cylinder is changed by the piston control valve, and the passing speed of a piston is controlled by the fuel-injection approach according to claim 11. That is, if the fuel flow passage area of a cylinder is changed by the piston control valve, the inflow or the flow of a fuel into a cylinder will be changed, the passing speed of a piston will be changed, the injection pattern of the fuel injected from a fuel injection nozzle will be controlled by the optimal value, and fuel injection will be carried out. Therefore, a fuel-injection pattern with a very high degree of freedom is realizable.

[0057]

Moreover, if in charge of controlling the fuel flow passage area of a cylinder in a piston control valve in this case (modification), it is realizable by, for example, making it a configuration from which the opening area of the passage concerned changes to the movement magnitude (the amount of lifts) of a piston control valve. Moreover, it will become still more effective, if the approach of performing position control is used so that migration (lift) of a piston control valve may be stopped on the way (in mid-position).

[0058]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 12 is characterized by what said fuel flow passage area of said cylinder by said piston control valve is changed for during the open period of the needle valve in said fuel injection nozzle in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 11.

[0059]

Thereby, the rate of increase and the decreasing rate of the injection pressure concerned can be changed into arbitration into a fuel fuel injection period (setup).

[0060]

Moreover, in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 11 or 12, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 13 is characterized by what said fuel passage maximum area of said cylinder by said piston control valve was uniquely set up for according to each injection, respectively, when carrying out multistage injection which divides the fuel injection from said fuel injection nozzle into multiple times, and performs it in an engine's 1 cycle.

[0061]

Thereby more much more suitable fuel injection can be carried out.

[0062]

Furthermore as the concrete technique which controls the injection rate of a fuel by changing the fuel flow passage area of a cylinder by said piston control valve, a thing according to claim 14 or 15 is also applicable here.

[0063]

That is, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 14 is characterized by what said fuel flow passage area of said cylinder is substantially changed for by opening and closing said piston control valve periodically for a short time in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment given in any 1 term of claim 11 thru/or claim 13.

[0064]

Moreover, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 15 is characterized by what the closing motion period of said piston control valve is changed for in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 14.

[0065]

Furthermore, in the fuel-injection approach in a fuel injection equipment according to claim 15, the fuel-injection approach in the fuel injection equipment of invention concerning claim 16 is characterized by what the closing motion period of said piston control valve was uniquely set up for according to each injection, respectively, when carrying out multistage injection which divides the fuel injection from said fuel injection nozzle into multiple times, and performs it in an engine's 1 cycle.

[0066]

Thereby more much more suitable fuel injection can be carried out.

[0067]

[Embodiment of the Invention]

[The fundamental configuration of a fuel injection equipment]

(Example 1 of a configuration)

The whole fuel-injection-equipment 30 configuration concerning the gestalt of operation of this invention is shown in drawing 2.

[0068]

The fuel injection equipment 30 is equipped with the pressure accumulator (common rail) 32. The reserve well 62 in a fuel injection nozzle 34 is open for free passage through the main oilway 36, and this pressure accumulator 32 can accumulate the fuel oil fed from the fuel booster pump 38 by the predetermined pressure according to an engine speed or a load. Moreover, the pressure latching valve 40 is formed in the middle of the main oilway 36 which opens a fuel injection nozzle 34 and a pressure accumulator 32 for free passage. This pressure latching valve 40 intercepts the outflow of the fuel pressure from a fuel-injection-nozzle 34 side to a pressure accumulator 32 side.

[0069]

Furthermore, the oil sac 42 for injection control is opened for free passage and established in the downstream through the orifice 44 rather than the pressure latching valve 40 of the main oilway 36 which opens a fuel injection nozzle 34 and a pressure accumulator 32 for free passage. The command piston 46 is held in this oil sac 42 for injection control, and the command piston 46 is in cooperation to the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 further. Thereby, the fuel oil pressure in the oil sac 42 for injection control forces the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34, and it is acting so that it may sit down and hold to a nozzle sheet 50.

[0070]

Furthermore, the injection control valve 52 is formed in the oil sac 42 for injection control. By making fuel oil pressure usually act on the oil sac 42 for injection control, by removing the fuel oil in the oil sac 42 for injection control, this injection control valve 52 makes the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 stop, and it opens a needle valve 48 wide, and like the above-mentioned, it is constituted so that fuel injection may be made to carry out.

[0071]

Furthermore, rather than the pressure latching valve 40 of the main oilway 36 which opens a fuel injection nozzle 34 and a pressure accumulator 32 for free passage, an intensifier 54 is open for free passage to the oil sac 42 for injection control, and is arranged in it at the downstream. This intensifier 54 has the cylinder 56 and the piston 58, and when a piston 58 moves, it has composition which the fuel oil from a pressure accumulator 32 is boosted further, and can be fed into the oil sac 42 for injection control, and a fuel injection nozzle 34.

[0072]

Moreover, the piston control valve 60 as an intensifier control means is formed in the intensifier 54. It is the configuration that this piston control valve 60 is formed in the oilway 64 from the pressure accumulator 32, a piston 58 can be moved by making the fuel oil fed from a pressure accumulator 32 through an oilway 64 flow into a cylinder 56, and the fuel pressure of the downstream can be made to increase rather than the pressure latching valve 40, and, moreover, the inflow of fuel oil can be

controlled now by changing the fuel flow passage area to a cylinder 56.

[0073]

In addition, the oil sac corresponding to the piston 58 by the side of a major diameter has opened the cylinder 56 wide to atmospheric air through the orifice 59.

[0074]

Furthermore, the injection control valve 52 and the piston control valve 60 are constituted as a solenoid-valve type or a PZT type, and a super-magnetostriction type.

[0075]

(Example 2 of a configuration)

An intensifier 54 can be driven by the pressure-up cam to the fundamental configuration of the fuel injection equipment 30 concerning the example 1 of a configuration mentioned above.

[0076]

That is, it considers as the configuration which prepared the pressure-up cam as an intensifier control means in the intensifier 54.

This pressure-up cam is considered as the configuration which can move the piston 58 of an intensifier 54 directly and can make the fuel pressure of the downstream increase rather than the pressure latching valve 40.

[0077]

In addition, the condition of not moving a piston 58 can also be set up by preparing a clutch or establishing the device in which the cam shaft of a pressure-up cam is moved to the cam shaft of the pressure-up cam concerned up, in this case. Furthermore, the device in which the phase of a pressure-up cam can be changed may be added further.

[0078]

A piston 58 is directly moved by the pressure-up cam concerned, and the intensifier 54 which has the configuration which prepared such a pressure-up cam then a cylinder 56, and a piston 58 makes the fuel pressure of the downstream increase rather than the pressure latching valve 40 by it. Namely, when rotating a pressure-up cam synchronizing with an engine speed, for example and injecting with common rail pressure, the clutch of the cam shaft of a pressure-up cam is detached, or a cam shaft is moved up and a pressure-up cam changes into the condition of not moving a piston 58. On the other hand, in operating an intensifier 54, the clutch of the cam shaft of a pressure-up cam is connected, or a cam shaft is moved caudad and a pressure-up cam changes into the condition of moving a piston 58 directly. Thus, easy structure can constitute equipment.

[0079]

Moreover, with the configuration which an intensifier 54 is always operated and boosts the fuel pressure of intensifier 54 lower stream of a river, it cannot inject only with common rail pressure here. On the other hand, since the condition of not moving a piston 58 by the pressure-up cam can be acquired, the fuel pressure of intensifier 54 lower stream of a river can be maintained at common rail pressure, and injection with common rail pressure is also attained. Moreover, a pressure-up initiation stage can be changed now by establishing the device in which the phase of a pressure-up cam can be changed. The degree of freedom of fuel injection timing in the case of operating an intensifier 54 and injecting by this, is expandable.

[A fundamental operation of a fuel injection equipment]

In the fuel injection equipment 30 of the above-mentioned configuration, it has a pressure accumulator 32, the pressure latching valve 40, the oil sac 42 for injection control, the injection control valve 52, the intensifier 54, and the piston control valve 60. To an intensifier 54, the fuel oil (common rail pressure) from a pressure accumulator 32 is supplied, and it boosts this because a piston 58 moves. Moreover, to the fuel injection nozzle 34, a pressure accumulator injection system (common rail type injection system) is constituted by "a pressure accumulator 32, the pressure latching valve 40, the oil sac 42 for injection control, and the injection control valve 52", and it has this pressure accumulator injection system and the composition that the intensifier 54 has been arranged at juxtaposition here. If it puts in another way, an intensifier injection system (jerk formula injection system) is constituted by "an intensifier 54, the piston control valve 60, the oil sac 42 for injection control, and the injection control valve 52" to a fuel injection nozzle 34.

[0080]

It is here,

1) When a fuel is injected by the pressure accumulator injection system (common rail type injection system)

Before injection initiation, the injection control valve 52 is maintained to a closed state, and the pressure in the oil sac 42 for injection control is made equal to the pressure in a pressure accumulator 32 (common rail pressure). Thereby, the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 is forced on a nozzle sheet 50 through the command piston 46, and a needle valve 48 is held in the state of a closedown.

[0081]

In case fuel oil is injected, an intensifier 54 is made into a non-operative condition by making the piston control valve 60 into a closed state, and the fuel oil from a pressure accumulator 32 is further fed through the pressure latching valve 40 by the reserve well 62 in a fuel injection nozzle 34. If the fuel oil of the oil sac 42 for injection control is removed by opening the injection control valve 52 at this time, the pressure which stops the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 will decrease, and, on the other hand, as for the inside (reserve well 62) of a fuel injection nozzle 34, said common rail pressure will be maintained. Thereby, the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 is opened wide, and the fuel oil from a pressure accumulator 32 is directly injected from a fuel injection nozzle 34 (by pressure as it is).

[0082]

In case fuel injection is ended, the pressure of the oil sac 42 for injection control is made equal to common rail pressure by closing the injection control valve 52 again. It is again pushed in the direction of a closedown through the command piston 46, and the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 sits down to a nozzle sheet 50, and is held by this, and fuel injection is completed.

2) When a fuel is injected by the intensifier injection system (jerk formula injection system)

Before injection initiation, the injection control valve 52 is maintained in the clausilium condition, and the pressure in the oil sac 42 for injection control is made equal to the pressure in a pressure accumulator 32 (common rail pressure). Thereby, the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 is forced on a nozzle sheet 50 through the command piston 46, and a needle valve 48 is held in the state of a closedown.

[0083]

In case fuel oil is injected, fuel oil is made to flow into an intensifier 54 (cylinder 56) by opening the piston control valve 60. Thereby, a piston 58 moves and it boosts fuel pressure. Then, the fuel oil pressurized by the intensifier 54 is fed by the reserve well 62 in a fuel injection nozzle 34, and the oil sac 42 for injection control. In addition, in this condition, the pressure latching valve 40 worked and the fuel oil which it boosted has prevented flowing into a pressure accumulator 32 side. Furthermore, at this time, the pressure which stops the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 with removing the fuel oil of the oil sac 42 for injection control by the injection control valve 52 decreases, and, on the other hand, the pressure of the fuel oil pressurized by said intensifier 54 is acting in a fuel injection nozzle 34 (reserve well 62). Thereby, the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 is opened wide, and the fuel oil which it boosted with the intensifier 54 is injected from a fuel injection nozzle 34.

[0084]

In case fuel injection is ended, the pressure of the oil sac 42 for injection control is again made equal to the pressure in a fuel injection nozzle 34 (reserve well 62) by the injection control valve 52. It is pushed in the direction of a closedown, and the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 sits down to a nozzle sheet 50, and is held by this, and fuel injection is completed.

[0085]

Furthermore, in preparation for the next injection, the piston control valve 60 of an intensifier 54 is closed, the pressure in the cylinder 56 (pump box) of an intensifier 54 is reduced rather than common rail pressure, and a piston 58 is again moved to the original location. If down-stream fuel pressure turns into below common rail pressure from the pressure latching valve 40 in connection with this, the pressure latching valve 40 will open wide promptly, and it will become fuel pressure almost equal to common rail pressure.

[0086]

Thus, in the fuel injection equipment 30 concerning the gestalt of this operation, change control can be carried out and fuel injection of the high-pressure injection which sends the fuel oil which pressurized the fuel oil from a pressure accumulator 32 further with the intensifier 54 with the low voltage injection which sends to a fuel injection nozzle 34 as it is, and injects to a fuel injection nozzle 34, and injects can be carried out. Therefore, a fuel injection equipment 30 does the following effectiveness so fundamentally.

[0087]

\*\*1 The fuel of the (common rail pressure) from a pressure accumulator 32 is supplied to an intensifier 54, and since this is boosted and injected, super-high injection pressure-ization (for example, maximum injection pressure 300MPa) sharply exceeding the injection pressure by the conventional common rail injection system is realizable. Therefore, while being able to inject a fuel in a suitable fuel injection period at the time of a high engine speed and a heavy load and being able to attain improvement in the speed more, good combustion is attained and a high power engine can be realized by low emission.

[0088]

Moreover, it is possible to compensate reduction of the spraying accomplishment force by minor-diameter-izing of the diameter of nozzle hole of a fuel injection nozzle by extra-high voltage-ization of injection pressure, and by this, since the oxygen of a combustion chamber is effectively utilizable, also in a high rotational frequency, smoked discharge can realize few good combustion conditions.

[0089]

Furthermore, since it is not necessary to always accumulate a super-high injection pressure, as compared with the conventional common rail injection system which always accumulates predetermined high injection pressure, it is advantageous from the point of the reinforcement of an injection system, and low cost-ization can also be attained.

[0090]

\*\*2 Since it is the structure where a fuel is supplied from a pressure accumulator 32 when the parallel arrangement of the intensifier 54 is carried out to the pressure accumulator injection system (common rail type injection system) and down-stream fuel pressure becomes below common rail pressure from the pressure latching valve 40, when carrying out after injection at the time of a high rotational frequency and a heavy load, a fuel is not injected with the low voltage below common rail pressure. The combustion facilitatory effect by the fuel by which the fuel itself by which after injection was carried out did not cause [ of a smoke ] generating, and after injection was carried out since after injection of the spraying of a good atomization condition was carried out by this carrying out disturbance of the burning space can be pulled out to the maximum extent.

[0091]

Moreover, since change control can be carried out and fuel injection of low voltage injection and the high-pressure injection can be carried out, the optimal injection pressure can be respectively set up by pilot injection, the Main injection, and after injection.

[0092]

Furthermore, it is possible to inject combining injection with common rail pressure and the injection which operated the intensifier 54 free, and the degree of freedom of an injection pattern is large.

[0093]

\*\*3 since it is the structure where a fuel is supplied from a pressure accumulator 32 when the parallel arrangement of the intensifier 54 is carried out to the pressure accumulator injection system (common rail type injection system) and down-stream fuel pressure becomes below common rail pressure from the pressure latching valve 40 and fuel pressure does not become below the vapor pressure of a fuel, there are no worries about the erosion of the oilway by cavitation generating, and endurance is markedly alike and improves.

[0094]

\*\*4 Since the parallel arrangement of the intensifier 54 is carried out to the pressure accumulator injection system (common rail type injection system), where between a pressure accumulator 32 and intensifiers 54 is intercepted, even if an intensifier 54 breaks down, it can inject with common rail pressure. For this reason, an engine does not stop suddenly.

[0095]

In addition, even if it is the case of a configuration of that it was made to perform the drive of the fuel injection equipment 54 concerning the example 2 of a configuration mentioned above, i.e., an intensifier, by the pressure-up cam, the same operation and effectiveness as said fuel injection equipment 30 are done so.

[0096]

In addition, as shown in drawing 2, the example which operates an intensifier 54 by making fuel oil flow into an intensifier 54 was explained here, but as shown in drawing 3, the gestalt which operates an intensifier 54 by making fuel oil flow out of an intensifier 54 is also possible.

[0097]

Moreover, in order that that drawing 2 and drawing 3 consider as an orifice 61 and a 3 in all way valve structure in the example which combines it with an orifice 59 in the example shown in drawing 2, and shows it to drawing 3 although the piston control valve 60 is briefly shown as a method valve of two may also decrease the fuel quantity used for actuation of an injector, it is effective. Moreover, although the injection control valve 52 is shown as a method valve of two, it is good as a method valve structure of three similarly. Furthermore, although the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 and the oil sac 42 for injection control are connected through the command piston 46, they are the same working principle also with the gestalt which omitted the command piston 46, and are good also as such a gestalt.

[The fuel-injection approach]

A. The fundamental property on the explanation in fuel injection

First, the fundamental property at the time of the injection in the case of injecting with common rail pressure in the explained fuel injection equipment 30 is explained like the above-mentioned.

[0098]

in addition, as the pressure accumulator injection system (common rail type injection system) a system used "2 a way valve" like an injection control valve 52 as an injection control bulb be generally show in drawing 4 (A), the passing speed (lift rate) of the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 be comparatively slow at both the times of valve opening and clausilium, and a sheet choke field (field with less substantial opening area of nozzle sheet 50 part than a nozzle nozzle hole gross area) exist like the gestalt of this operation. On the other hand, with migration of a needle valve 48, it does not become large gradually or an opening area effective in injection of the fuel in a fuel injection nozzle 34 does not become small gradually, but as shown in drawing 4 (B), the maximum area restricted with a nozzle nozzle hole gross area in most periods is secured.

However, it is late that injection pressure and an injection rate become max for the stage when a geometric nozzle effective area product becomes max a little in fact, as shown in drawing 4 (C). Since the number of nozzle nozzle holes is restricted to that to which opening of the nozzle sheet 50 part is carried out for this over the needle perimeter (the opening area of nozzle sheet 50 part is secured to the needle perimeter), it is because opening area of said nozzle sheet 50 part cannot be used effectively, and it is the same at the time of fuel-injection termination.

[0099]

By explanation in the gestalt of this operation, in order to simplify explanation, as shown in drawing 4 (D), injection pressure and an injection rate are indicated dependent on a geometric nozzle sheet section opening area (henceforth, it is called a nozzle effective area product).

[0100]

Next, the pressure variation in front of the nozzle sheet 50 part in the case of injecting a fuel by the intensifier injection system (jerk formula injection system) is explained.

[0101]

Since the fuel is emitted by injection also while boosting if the fuel injection nozzle 34 (needle valve 48) has opened wide as shown in drawing 5, the rate of increase of a pressure becomes low. in this case -- if the inclination (rate of increase) of a pressure is decided when [ one ] the fuel injection nozzle 34 is closed down to the base common-rail-pressure force and it has opened [ one ] wide, and the base common-rail-pressure force is changed further -- this -- inclining (rate of increase) -- it changes.

[0102]

Moreover, when initiation and a halt of fuel injection are during actuation of an intensifier 54 (piston

58), the rate of increase of an actual injection pressure changes continuously corresponding to a continuous change of a nozzle effective area product.

[0103]

However, by explanation in the gestalt of this operation, in order to give explanation easy, the rate of pressure build-up is low the inside of a fuel fuel injection period, and it explains high [ the rate of pressure build-up ] at the time of a fuel-injection halt.

The approach by B. "phase contrast control of bulb actuation"

1. Setup of suitable conditions.

[0104]

In the so-called injection-rate control to which an injection pressure is changed throughout [ injection term ], in order to acquire the effectiveness highly, as shown in drawing 6, it is suitable that the pressure-build-up period of the fuel with which the fuel oil consumption by the fuel injection nozzle 34 is injected at the time of the maximum injection quantity which an engine demands sets up so that 1/3 or more [ of all fuel injection periods ] may be occupied. Therefore, in carrying out fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration by "phase contrast control of bulb actuation", such a setup is desirable.

[0105]

Thereby, fuel injection in the fuel-injection pattern of arbitration can be controlled appropriately (the rate of increase of the highest injection pressure of a fuel, and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, after injection pressure, etc.).

[0106]

2. Control of the rate of increase of highest injection pressure and the injection pressure concerned at time of boost initiation.

[0107]

Fuel injection can be carried out by the fuel-injection pattern of arbitration by controlling independently the open timing (actuation timing of the injection control valve 52) of a needle valve 48, and the actuation timing (actuation timing of the piston control valve 60) of an intensifier 54, respectively, and adjusting the phase contrast of actuation of each control valve.

[0108]

An example of a fuel-injection pattern which set the highest injection pressure and the rate of injection pressure build-up as arbitration is shown to drawing 7 (A) thru/or drawing 7 (D) by by changing the phase contrast of actuation of such an injection control valve 52 and the piston control valve 60.

[0109]

As shown in this drawing 7 (A) thru/or drawing 7 (D), injection pressure increases rapidly so that a nozzle effective area product may become the same as the pressure in front of nozzle sheet 50 part at the stage (stage which a sheet choke finishes) to become max. Then, at the time of fuel-injection termination, a pressure declines between sheet choke periods. Therefore, by controlling appropriately the phase contrast (actuation timing) of actuation of the injection control valve 52 and the piston control valve 60, the nozzle sheet 50 partial direct total-pressure force at the time of fuel-injection initiation can be chosen as arbitration, and, thereby, the rate of increase of the highest injection pressure and the injection pressure concerned at the time of boost initiation can be changed.

[0110]

The rate of increase of an injection pressure can be chosen as arbitration by starting fuel injection, when the pressure in front of nozzle sheet 50 part is a pressure of the arbitration between the highest injection pressures statically decided by the boost ratio of the base common-rail-pressure force and an intensifier 54, as shown in drawing 7 (B) or drawing 7 (C) especially in this case. Moreover, even if the base common-rail-pressure force and the highest injection pressure are the same so that it may be shown by the comparison of drawing 7 (C) and drawing 7 (D), the rate of increase of an injection pressure can be changed.

[0111]

In addition, in drawing 7 (A) thru/or drawing 7 (D), each is shown about the case where a fuel injection period is the same. Although it is necessary to shorten operating time of the injection

control valve 52, and to shorten a fuel injection period so that it becomes the pattern of drawing 7 (D) from the pattern of drawing 7 (A) in order to make fuel oil consumption the same by each \*\*\*\*, it cannot be overemphasized that the rate of increase of an injection pressure and the highest injection pressure are controllable by the phase contrast of actuation of each control valve also in that case as the above-mentioned explanation.

[0112]

As mentioned above, by controlling and adjusting appropriately the phase contrast (actuation timing) of actuation of the injection control valve 52 and the piston control valve 60, the highest injection pressure and the rate of injection pressure build-up can be set as arbitration, and the degree of freedom of injection can be raised.

[0113]

In addition, in control of the phase contrast of two control valves mentioned above, the rate of increase of an injection pressure is mutually connected with the highest injection pressure, and changes. That is, in the case where the pressure at the time of injection initiation is higher, the rate of increase of an injection pressure becomes high. Moreover, although the above explanation makes an injection pressure correspond with a geometric nozzle effective area product, and is simplified and shown and the sheet choke stage when the changing point of a pressure actual like the above-mentioned is geometric is not strictly in agreement, explanation of the essence of this control approach does not change.

[0114]

In drawing 7 (A) thru/or drawing 7 (D) mentioned above, the property (needle lift property) of a fuel injection nozzle 34 (needle valve 48) is shown as a thing independent of a pressure. However, in the common rail fuel injection equipment which has the injection control valve and command piston of the method valve type of two, for example, a needle rate has the description it is quick featureless at both the times of - clausilium at the time of valve opening, so that a pressure is high, as shown in drawing 8.

[0115]

Therefore, in the fuel injection equipment (fuel injection nozzle) of the property that a needle lift rate becomes quick according to a pressure, a needle lift rate becomes quick and a sheet choke period will be quickly passed, so that the pressure in early stages of injection is high. Therefore, if it controls in consideration of this needle lift property, the control effectiveness of said highest injection pressure by phase contrast control of actuation of the injection control valve 52 and the piston control valve 60 and the rate of injection pressure build-up can be pulled out still more effectively.

[0116]

3. Control of decreasing rate of the injection pressure concerned at time of injection termination.

[0117]

Before the needle valve 48 in a fuel injection nozzle 34 stops completely, actuation of the piston control valve 60 is stopped in drawing 9 (A) thru/or drawing 9 (C), an intensifier 54 is suspended to it, and, specifically, an example of a fuel-injection pattern which set the highest injection pressure and the rate of an injection pressure drop as arbitration is shown to it by by changing the phase contrast of actuation of the injection control valve 52 and the piston control valve 60.

[0118]

By stopping, while the needle valve 48 has opened the intensifier 54 wide (during a needle lift period), as shown in this drawing 9 (A) thru/or drawing 9 (C), the injection pressure of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34 can be reduced to the base common-rail-pressure force as it is low. That is, as an intensifier 54 is shown in drawing 9 (B) or drawing 9 (C) to the case (in the case of drawing 9 (A)) where it is made to operate to the last, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination can be made low. Thereby, the degree of freedom of an injection-rate setup can be raised.

[0119]

In addition, in drawing 9 (A) thru/or drawing 9 (C), each is shown about the case where a fuel injection period is the same. Although the pattern of drawing 9 (A) and the pattern of drawing 9 (C) are comparable injection quantity, the injection quantity of the pattern of drawing 9 (B) has

decreased. Although it is necessary to extend the operating time of the injection control valve 52, and to lengthen a fuel injection period in order to make the injection quantity of the pattern of drawing 9 (B) comparable as the injection quantity of the pattern of drawing 9 (A) and drawing 9 (C), it cannot be overemphasized that the decreasing rate of an injection pressure is controllable by the phase contrast of actuation of each control valve also in that case as the above-mentioned explanation.

[0120]

As mentioned above, by controlling and adjusting appropriately the phase contrast (actuation timing) of actuation of the injection control valve 52 and the piston control valve 60, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination can be set as arbitration, and the degree of freedom of injection can be raised.

[0121]

In addition, the decreasing rate of an injection pressure is controllable independently by control (suspend an intensifier 54 during the needle lift period of a needle valve 48) of the phase contrast of two control valves mentioned above with the highest injection pressure. Moreover, what (it is made to differ and sets up) the decreasing rate of a pressure is changed also for with the equivalent injection quantity although the same is said of the highest injection pressure is possible like the pattern of drawing 9 (A) and drawing 9 (C) by controlling combining 1. "control of the rate of increase of the highest injection pressure and the injection pressure concerned at the time of boost initiation" mentioned above (using together).

[0122]

Moreover, although the above explanation makes an injection pressure correspond with a geometric nozzle effective area product, and is simplified and shown and the sheet choke stage when the changing point of a pressure actual like the above-mentioned is geometric is not strictly in agreement, explanation of the essence of this control approach does not change.

[0123]

In drawing 9 (A) thru/or drawing 9 (C) mentioned above, the property (needle lift property) of a fuel injection nozzle 34 (needle valve 48) is shown as a thing independent of a pressure. However, in the common rail fuel injection equipment which has the injection control valve and command piston of the method valve type of two, for example, a needle rate has the description it is quick featureless at both the times of - clausilium at the time of valve opening, so that a pressure is high, as shown in drawing 8 mentioned above.

[0124]

Therefore, in the fuel injection equipment (fuel injection nozzle) of the property that a needle lift rate becomes quick according to a pressure, a needle lift rate becomes quick and a sheet choke period will be quickly passed, so that the pressure in early stages of injection is high. Therefore, if it controls in consideration of this needle lift property, the control effectiveness of the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of said injection termination by phase contrast control of actuation of the injection control valve 52 and the piston control valve 60 can be pulled out still more effectively. Moreover, the effectiveness that it can act so that the injection quantity may become homogeneity substantially, even if it changes some stages to suspend actuation of an intensifier 54 since the opening speed of a needle valve 48 and a closedown rate become slow, so that fuel pressure is moreover low, and a fuel fuel injection period becomes long, and the variation in the injection quantity can be reduced also does so.

[0125]

4. Control of after injection pressure (pilot injection pressure).

[0126]

Before starting after injection, the piston control valve 60 is operated in drawing 10 (A) thru/or drawing 10 (D), an intensifier 54 is suspended to it, and, specifically, an example of a fuel-injection pattern which set the after injection pressure as arbitration is shown to it by by changing the phase contrast of actuation of the injection control valve 52 and the piston control valve 60.

[0127]

As shown in this drawing 10 (A) thru/or drawing 10 (D), in case after injection is carried out, before starting the after injection concerned, the piston control valve 60 can be operated, an intensifier 54 can be suspended, and after injection can be carried out by the middle pressure of the arbitration

between the base common-rail-pressure force and the highest injection pressure geometrically decided by actuation (boost ratio) of an intensifier 54.

[0128]

In order to perform after injection by the high injection pressure at spacing narrow after the Maine injection in order to suppose that fuel injection is performed only by two pressures, the base common-rail-pressure force by the pressure accumulator 32, and the static maximum pressure by actuation of an intensifier 54, and to reduce soots (carbon etc.) here or to carry out after treatment of exhaust gas, it is possible to carry out after injection by the low injection pressure. However, when performing after injection by the high injection pressure at spacing narrow after the Maine injection like the above-mentioned and the injection pressure concerned is too high, the increment in NOX and the increment in a combustion noise will be caused. That is, it is not good to perform after injection by the high injection pressure only in consideration of reduction of soots (soot, carbon, etc.), and the optimal pressure exists in the injection pressure concerned. If the injection pressure concerned is too low on the other hand when carrying out after injection, in order to carry out after treatment of exhaust gas, the problem that a soot and PM (particulate matter) increase according to atomization aggravation of spraying will arise. Moreover, when the injection pressure concerned is too high, a fuel will adhere to an engine's wall surface and will cause the problem of fixing and oil dilution of the piston ring, and aggravation of emission. That is, in order to carry out after treatment of exhaust gas, when carrying out after injection, the optimal pressure exists in the injection pressure concerned. Thus, when performing fuel injection only by two pressures, the base common-rail-pressure force and a static maximum pressure, optimal fuel injection which can respond to all cannot be carried out.

[0129]

With this point and a book "3. control of an after injection pressure", since an intensifier 54 is suspended and after injection is carried out by the middle pressure between the base common-rail-pressure force and a static maximum pressure before starting the after injection concerned in case after injection is carried out, after injection can be carried out by adjusting the halt stage of an intensifier 54 (control) by the injection pressure of the optimal arbitration which can respond to all.

[0130]

Moreover, when carrying out multistage injection which divides the fuel injection from a fuel injection nozzle 34 into multiple times, and performs it in an engine's 1 cycle, the degree of freedom of an injection pattern can be further expanded by operating an intensifier 54 in at least 2 steps or more.

[0131]

The conclusion of the approach by 5. "phase contrast control of bulb actuation."

[0132]

Fuel injection can be carried out by the fuel-injection pattern of arbitration like the above-mentioned by controlling independently the open timing (actuation timing of the injection control valve 52) of a needle valve 48, and the actuation timing (actuation timing of the piston control valve 60) of an intensifier 54 by the fuel-injection approach by explained "phase contrast control of bulb actuation", respectively (the phase contrast of actuation of each control valve is controlled).

[0133]

Namely, the fuel-injection pattern based on the injection pressure and the injection rate of a fuel which face carrying out fuel injection and are injected from a fuel injection nozzle 34 for example, the optimal fuel pressure of pilot injection and the fuel pressure of the Maine injection according to an engine speed or loaded condition -- Or so that it may become said set-up fuel-injection pattern by controlling the fuel pressure by the pressure accumulator 32, and the fuel top pressure up by actuation of an intensifier 54 in case the injection rate is set up beforehand, a needle valve 48 is opened wide and fuel injection is carried out. The open timing of a needle valve 48 and the actuation timing of an intensifier 54 are determined (actuation phase contrast is adjusted). Fuel injection is carried out by said set-up fuel-injection pattern by controlling independently actuation of the injection control valve 52, and actuation of the piston control valve 60 by said each determined timing after an appropriate time, respectively.

[0134]

therefore, according to this fuel-injection approach, like the fuel-injection pattern shown in drawing 1 When carrying out pilot injection, the Maine injection, and multi-injection that performs after injection A pilot injection pressure (P1), the Maine boot injection pressure (P2), the Maine injection maximum pressure (P3), The rate of an after [ the after (injection-pressure Pa) boot fuel-injection-period termination ] pressure buildup (theta 1), the highest injection pressure attainment direct total-pressure force R/C (theta 2), the rate of pressure drawdown at the time of the Maine injection termination (theta 3), etc. are freely controllable (it sets up, or chooses and carries out)..

[0135]

Thereby, according to this fuel-injection approach, the following effectiveness is done so.

\*\*1 Generally, in diesel combustion, as shown in drawing 11 (A), after fuel injection is started, it has some time amount (ignition-delay period) by ignition. In the case of the rectangle injection rate according [ a fuel-injection pattern ] to a pressure accumulator injection system (common rail type injection system), since a lot of fuels which a lot of fuels during said ignition-delay period were injected, and were injected during this ignition-delay period burn at once, the increment in NOx and the noise will be caused.

[0136]

On the other hand, by controlling an initial injection rate by said fuel-injection approach, as shown in drawing 11 (B), it can consider as the good combustion with low fuel-injection pattern which controlled the initial injection rate then NOx, and noise.

\*\*2 On an engine's full load conditions, fuel injection timing and the injection quantity are restricted by the maximum cylinder internal pressure, in order to secure an engine's reinforcement. Here, as shown in drawing 12 (A), in the case of the rectangle injection rate according [ a fuel-injection pattern ] to a pressure accumulator injection system (common rail type injection system), there are many early amounts of combustion, and they cannot advance fuel injection timing to it.

[0137]

On the other hand, since the fuel-injection pattern which controlled the initial injection rate, then fuel injection timing can be advanced and a lot of fuels can be injected as by controlling an initial injection rate by said fuel-injection approach shows to drawing 12 (B), high torque can be acquired. And NOx and the noise can also be reduced at this time.

\*\*3 When the usual pressure accumulator injection system (common rail type injection system) performs multi-injection, each injections (pilot injection, the Maine injection, after injection, postinjection, etc.) of all are performed by the same pressure. However, there is the optimal pressure for each injection in fact. In the fuel injection by this fuel-injection approach, since each injection can be performed as it is the best for each when performing multi-injection, an exhaust air property improves and the noise decreases.

[0138]

For example, if the pressure of pilot injection is too high, problems, such as an increment in unburnt [ by wall surface adhesion of a fuel / HC ] and oil dilution, will be produced. Moreover, there is a problem of \*\* that the controllability at the time of slight amount injection is bad, pilot combustion is intense at the time of contiguity pilot injection, and the noise-reduction effectiveness is not fully acquired. On the contrary, if the pressure of pilot injection is too low, reduction of the noise-reduction effectiveness by aggravation of atomization and the increment in a smoke will pose a problem.

[0139]

On the other hand, in the fuel injection by this fuel-injection approach, since the pressure of pilot injection can be independently set up uniquely with the Maine injection, the effectiveness of pilot injection improves.

The approach by C. "passing speed control of the piston of an intensifier"

1. Control of the rate of increase of the injection pressure concerned at time of boost initiation, and decreasing rate of the injection pressure concerned at time of injection termination.

[0140]

Since it can inject by the pressure of arbitration from low voltage to high pressure in the fuel injection equipment 30 explained like the above-mentioned, Although the optimal injection pressure can be respectively set up by pilot injection, the Maine injection, and after injection, it is possible to

inject moreover, combining injection with common rail pressure and the injection which operated the intensifier 54 free and fuel injection can be carried out by the injection pattern of arbitration. Furthermore, the injection rate of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34 can be set as arbitration by controlling the inflow of fuel oil by changing the fuel flow passage area (substantial opening area of passage) to a cylinder 56 about the piston control valve 60 (modification).

[0141]

Here, in order to carry out fuel injection by the injection pattern of the injection rate of such arbitration, the fuel-injection pattern (for example, rate of fuel injection of the optimal pilot injection or the Maine injection according to an engine speed or loaded condition) based on the injection rate of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34 is set up beforehand, and in case a needle valve 48 is opened wide and fuel injection is carried out, the fuel flow passage area to the cylinder 56 by the piston control valve 60 is determined so that it may become said set-up injection rate. Fuel injection is carried out at said set-up injection rate by controlling actuation of the piston control valve 60 after an appropriate time based on said determined fuel flow passage area (movement magnitude and a migration stage are adjusted).

[0142]

According to this fuel-injection approach, if the fuel flow passage area of a cylinder 56 is changed by the piston control valve 60, the inflow of the fuel into a cylinder 56 will be changed, the passing speed (variation rate rate) of a piston 58 will be changed, and it will become possible to set the boost rate of the fuel sent to a fuel injection nozzle 34, i.e., the injection rate of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34, as arbitration.

[0143]

For example, in boosting steeply the fuel of intensifier 54 lower stream of a river, the amount of lifts of the piston control valve 60 is enlarged, and it enlarges a fuel flow passage area. By this, since the pressure in a cylinder 56 increases quickly, the displacement rate of a piston 58 becomes quick and a steep pressure buildup can be obtained. On the other hand, in boosting gently the fuel of intensifier 54 lower stream of a river, the amount of lifts of the piston control valve 60 is made small, and it makes a fuel flow passage area small. By this, since the pressure in a cylinder 56 increases gently, the displacement rate of a piston 58 becomes slow and a loose pressure buildup can be obtained.

[0144]

Namely, when an injection pressure inclines (especially the highest injection pressure attainment direct total-pressure force R/C (theta 2) of the fuel-injection pattern shown in drawing 1 mentioned above and the rate of pressure drawdown at the time of the Maine injection termination (theta 3)) and it changes this, it is decided [ a stationary and ] by balance of the fuel quantity sent out from a piston 58, and the fuel quantity which blows off from a fuel injection nozzle 34 by improving an injection pressure whether to fall. The injection pressure is improved if [ than the fuel quantity from which the fuel quantity sent out from a piston 58 blows off ] more. An injection pressure will become a stationary if the fuel quantity which blows off from a fuel injection nozzle 34 is the same as the amount sent out from a piston 58. If fewer than the fuel quantity from which the fuel quantity sent out from a piston 58 blows off on the other hand, the injection pressure falls.

[0145]

Thus, in the opening area control performed by changing the fuel flow passage area (substantial opening area of passage) to a cylinder 56 by the piston control valve 60, the rate of increase and the decreasing rate of an injection pressure are changed directly. The highest injection pressure changes in connection with the rate of increase of an injection pressure.

[0146]

When carrying out multi-injection which performs pilot injection, the Maine injection, and after injection like the fuel-injection pattern which this shows to drawing 1 mentioned above, the rate of after [ boot fuel-injection-period termination ] pressure build-up (theta 1), the highest injection pressure attainment direct total-pressure force rate of increase (theta 2), the rate of a pressure drop at the time of the Maine injection termination (theta 3), etc. can be controlled freely (it sets up, or changes and carries out).

[0147]

Here, when carrying out multi-injection by the fuel-injection pattern shown in drawing 1 mentioned

above, the method of setting up an injection rate by changing the fuel flow passage area of a cylinder 56 by the piston control valve 60 is shown to drawing 13 thru/or drawing 15 by the rough diagram. In this case, the pattern with which drawing 13 changes the rate of an after [ boot fuel-injection-period termination ] pressure buildup (theta 1) is shown, the pattern with which drawing 14 changes the highest injection pressure attainment direct total-pressure force R/C (theta 2) is shown, and the pattern with which drawing 15 changes the rate of pressure drawdown at the time of the Maine injection termination (theta 3) is shown.

[0148]

Thus, according to the fuel-injection approach concerning this example, the injection rate of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34 can be set as arbitration by controlling the inflow of fuel oil by changing the fuel flow passage area (substantial opening area of passage) to a cylinder 56 by the piston control valve 60 (the degree of freedom of the fuel-injection pattern based on the injection rate of a fuel is expanded). (the movement magnitude and the migration stage of the piston control valve 60 are adjusted) (modification)

[0149]

Moreover, especially, since it is the configuration of changing the fuel flow passage area of a cylinder 56 by the piston control valve 60, changing the inflow of the fuel into a cylinder 56, and changing the passing speed (variation rate rate) of a piston 58 according to this fuel-injection approach, even when the highest injection pressure is low, the rate of injection pressure build-up can be set up highly temporarily.

[0150]

Furthermore, although "the Maine injection" was indicated in the above explanation, control of the rate of increase of an injection pressure and a decreasing rate and control of a pressure are possible by changing and controlling the fuel flow passage area of a cylinder 56 by the piston control valve 60 similarly about "after injection."

[0151]

In addition, there are usually very few amounts of after injection [ in this case / the amount of the Maine injection ]. For example, the injection quantity per time may call it one to 2 cubic millimeter. In that case, since the lift of the needle valve 48 of a fuel injection nozzle 34 calls it a sheet choke period, distinction of whether have changed the rate of increase of an injection pressure and a decreasing rate clearly is difficult. However, it is possible to control the pressure of after injection also by the case of such minimum injection quantity by said opening area control. It is exactly that control of the rate of increase of this, i.e., an injection pressure, or a decreasing rate has accomplished. moreover, the amount of after injection has 5% or more of Maine injection quantity -- if it becomes, generally it will be called split injection in this case. Control of the rate of increase of an injection pressure, a decreasing rate, and the highest injection pressure is possible by said opening area control like the time of the Maine injection also to the case of this split injection.

D. The example of a fuel-injection pattern

(Example 1)

The method of setting the injection quantity and injection pressure to drawing 16 by controlling independently the open timing (actuation timing of the injection control valve 52) of a needle valve 48 and the actuation timing (actuation timing of the piston control valve 60) of an intensifier 54, respectively (the phase contrast of actuation being controlled) is shown by the rough diagram.

[0152]

When operating the piston control valve 60 between "A1-B" in drawing 16 here so that it may be shown as a "nozzle tip pressure" The change pattern of "an injection pressure and the injection quantity" at the time of operating the injection control valve 52 before "A0-B", "A1-B", "A2-B", and "A3-B", respectively is shown by the diagram, respectively. In addition, in the example shown in drawing 16 , it is the case where an injection pressure is made to boost by actuation of an intensifier 54 until fuel injection is completed.

[0153]

Thus, since the stage of injection can be chosen to the open timing of a needle valve 48 to an injection pressure increasing gradually by actuation of an intensifier 54 according to the fuel-injection approach concerning this example, the control of a fuel-injection pattern based on the

injection pressure and the injection quantity of a fuel is attained.

[0154]

Therefore, while being able to inject a fuel with sharply high super-high injection pressure compared with the former, the highest injection pressure is not uniquely determined by fuel pressure with the geometric boost ratio of a pressure accumulator 32, and good combustion and an exhaust air property can be realized, and moreover, it becomes possible to perform fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration (the degree of freedom of the fuel-injection pattern based on the injection pressure and the injection quantity of a fuel is expanded).

[0155]

(Example 2)

The method of setting the injection quantity and injection pressure to drawing 17 by controlling independently the open timing (actuation timing of the injection control valve 52) of a needle valve 48 and the actuation timing (actuation timing of the piston control valve 60) of an intensifier 54, respectively (the phase contrast of actuation being controlled) is shown by the rough diagram.

[0156]

When operating the piston control valve 60 in drawing 17 here between "A1 - A3", or "A1 - A4" so that it may be shown as a "nozzle tip pressure" The change pattern of "an injection pressure and the injection quantity" at the time of operating the injection control valve 52 before "A0-B", "A1-B", "A2-B", "A3-B", and "A4-B", respectively is shown by the diagram, respectively. In addition, in the example shown in drawing 17, it is the case where a boost of the injection pressure by the intensifier 54 is stopped in the middle of fuel injection.

[0157]

Thus, since the stage of injection can be chosen to the open timing of a needle valve 48 to an injection pressure increasing gradually by actuation of an intensifier 54 according to the fuel-injection approach concerning this example, the control of a fuel-injection pattern based on the injection pressure and the injection quantity of a fuel is attained.

[0158]

Therefore, while being able to inject a fuel with sharply high super-high injection pressure compared with the former, the highest injection pressure is not uniquely determined by the fuel pressure of a pressure accumulator 32, and good combustion and an exhaust air property can be realized, and moreover, it becomes possible to perform fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration (the degree of freedom of the fuel-injection pattern based on the injection pressure and the injection quantity of a fuel is expanded).

[0159]

(Example 3)

An intensifier 54 is not operated in drawing 18 and drawing 19, and the method of setting up the injection quantity and injection pressure with the common rail pressure by the pressure accumulator 32 is shown to them by the rough diagram.

[0160]

The injection quantity and injection pressure can be set as arbitration by controlling a setup of the common rail pressure by the pressure accumulator 32, and the open timing (actuation timing of the injection control valve 52) of a needle valve 48 so that it may understand by this drawing 18 and drawing 19.

[0161]

(Example 4)

The method of setting the injection pressure in the case of carrying out after injection (the phase contrast of actuation being controlled) to drawing 20 thru/or drawing 23 by controlling independently the open timing (actuation timing of the injection control valve 52) of a needle valve 48 and the actuation timing (actuation timing of the piston control valve 60) of an intensifier 54, respectively is shown by the rough diagram.

[0162]

Drawing 20 is an example which injects [ boot-mold-Maine-] and injects [ high-pressure-after-] here, drawing 21 is an example which injects [ boot-mold-Maine-] and injects [ low-voltage-after-], drawing 22 is an example which injects [ boot-mold-Maine-] and injects [ medium-voltage-after-],

and drawing 23 is an example which injects [ boot-mold-Maine-] and injects [ boot-mold-after-].  
[0163]

As shown in each of these drawings, the injection pressure in the case of carrying out after injection can be set as arbitration by controlling the open timing (actuation timing of the injection control valve 52) of a needle valve 48, and the actuation timing (actuation timing of the piston control valve 60) of an intensifier 54, respectively.

[0164]

In addition, in said each drawing, although illustrated about that whose Maine injection-rate configuration is a boot mold, it cannot restrict to this and various patterns can be set up also about after injection.

[0165]

(Example 5)

Although each fuel-injection approach was applied to the fuel injection equipment 30 concerning the example 1 of a configuration and was explained in the example 1 thru/or example 4 mentioned above Even if it is the case of a configuration of that it was made to perform the drive of the fuel injection equipment 54 not only concerning this but the example 2 of a configuration mentioned above, i.e., an intensifier, by the pressure-up cam, the same various fuel-injection patterns as said example 1 thru/or example 4 can be set up, and same operation and effectiveness are done so.

[0166]

(Example 6)

Although the rate of an after [ boot fuel-injection-period termination ] pressure buildup (theta 1), the highest injection pressure attainment direct total-pressure force R/C (theta 2), and the rate of pressure drawdown at the time of the Maine injection termination (theta 3) can be changed by changing the fuel flow passage area of a cylinder 56 by the piston control valve 60 like the above-mentioned The Maine boot injection pressure (P2) and the Maine injection maximum pressure (P3) not only in this but a boot mold injection pattern can be changed, or the boot mold injection pattern itself can also be used as a two-step mold.

[0167]

For example, the injection pattern in the case of changing the boot injection pressure in a boot mold injection pattern is shown to drawing 24 by the rough diagram. Moreover, the injection pattern in the case of performing two steps of boot mold injections is shown to drawing 25 by the rough diagram.

[0168]

Thus, according to the fuel-injection approach concerning this example, the injection rate of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34 can be set as arbitration by controlling the inflow of fuel oil by changing the fuel flow passage area to a cylinder 56 by the piston control valve 60 (the degree of freedom of the fuel-injection pattern based on the injection rate of a fuel is expanded). (modification)

[0169]

(Example 7)

By controlling the inflow of fuel oil by changing the fuel flow passage area (substantial opening area of passage) to a cylinder 56 about the piston control valve 60 in the example 6 mentioned above Although considered as the configuration which sets the injection rate of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34 as arbitration (modification) It can also constitute from performing periodically closing motion of not only this but the piston control valve 60 for a short time so that the fuel flow passage area (opening area on the appearance of passage) to a cylinder 56 may be changed.

[0170]

That is, periodically, it is equivalent to the case where the opening area of passage itself is changed by the piston control valve 60 to open and close the piston control valve 60 for a short time, and it can change the opening area on the appearance of passage, and can control the inflow of fuel oil by opening and closing the piston control valve 60 periodically for a short time to be shown in drawing 26.

[0171]

(Example 8)

By controlling "inflow" of fuel oil by changing the fuel flow passage area (substantial opening area

of passage) to a cylinder 56 about the piston control valve 60 in the example 6 and example 7 which were mentioned above. Although considered as the configuration which sets the injection rate of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34 as arbitration (modification) It can constitute so that the "flow" from the cylinder 56 of fuel oil may be controlled by changing the fuel flow passage area to a cylinder 56 not only about this but about the piston control valve 60, and thereby, the injection rate of the fuel injected from a fuel injection nozzle 34 can also be set as arbitration (modification).

[0172]

Even if it is this case, the same various fuel-injection patterns as said example 6 and example 7 can be set up, and same operation and effectiveness are done so.

[0173]

[Effect of the Invention]

The fuel-injection approach in the fuel injection equipment applied to this invention as explained above. While being able to inject a fuel with sharply high super-high injection pressure compared with the former, the highest injection pressure is not uniquely determined by the fuel pressure of a pressure accumulator. Good combustion, An exhaust air property is realizable, moreover, it is possible to perform fuel injection by the fuel-injection pattern of arbitration, and the degree of freedom of a fuel-injection pattern is expanded (). That is, it has the outstanding effectiveness that the rate of increase of the highest injection pressure of a fuel and the injection pressure concerned at the time of boost initiation, the decreasing rate of the injection pressure concerned at the time of injection termination, a pilot injection pressure, an after injection pressure, etc. can be set up freely.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the diagram showing the example of representation of the fuel-injection pattern of the arbitration which can be carried out by the fuel-injection approach in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the whole fuel-injection-equipment block diagram as an example concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 3] It is the whole fuel-injection-equipment block diagram as an example concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 4] It is a diagram for explaining the fundamental property at the time of the injection in the case of carrying out fuel injection with common rail pressure in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 5] It is a diagram for explaining the pressure variation in front of the nozzle sheet part in the case of carrying out fuel injection by the intensifier injection system (jerk formula injection system) in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 6] When carrying out fuel injection by the approach by "phase contrast control of bulb actuation" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention, it is a diagram for explaining a setup of suitable conditions.

[Drawing 7] It is the diagram showing an example of a fuel-injection pattern which set the highest injection pressure and the rate of injection pressure build-up as arbitration by the approach by "phase contrast control of bulb actuation" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 8] It is a diagram for explaining the case where the needle lift property of the needle valve of a fuel injection nozzle is a property depending on a pressure.

[Drawing 9] It is the diagram showing an example of a fuel-injection pattern which set the highest injection pressure and the rate of an injection pressure drop as arbitration by the approach by "phase contrast control of bulb actuation" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 10] It is the diagram showing an example of a fuel-injection pattern which set the after injection pressure as arbitration by the approach by "phase contrast control of bulb actuation" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 11] It is the diagram showing the effectiveness to the exhaust air and the combustion noise made by the fuel-injection approach in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention as compared with the former.

[Drawing 12] It is the diagram showing the effectiveness to the output produced by the fuel-injection approach in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention as compared with the former.

[Drawing 13] It is the diagram showing an example which sets up the rate of fuel injection by the approach by "passing speed control (modification of a fuel flow passage area) of the piston of an intensifier" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 14] It is the diagram showing an example which sets up the rate of fuel injection by the approach by "passing speed control (modification of a fuel flow passage area) of the piston of an intensifier" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 15] It is the diagram showing an example which sets up the rate of fuel injection by the approach by "passing speed control (modification of a fuel flow passage area) of the piston of an intensifier" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 16] It is the rough diagram showing an example of an approach which sets up the injection quantity and injection pressure by the approach by "phase contrast control of bulb actuation" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 17] It is the rough diagram showing an example of an approach which sets up the injection quantity and injection pressure by the approach by "phase contrast control of bulb actuation" among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 18] It is the rough diagram showing an example of an approach which sets up the injection quantity and injection pressure among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 19] It is the rough diagram showing an example of an approach which sets up the injection quantity and injection pressure among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 20] It is the rough diagram showing an example of an approach which sets up injection pressure (pressure of after injection) among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 21] It is the rough diagram showing an example of an approach which sets up injection pressure (pressure of after injection) among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 22] It is the rough diagram showing an example of an approach which sets up injection pressure (pressure of after injection) among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 23] It is the rough diagram showing an example of an approach which sets up injection pressure (pressure of after injection) among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 24] It is the rough diagram showing an example of an approach which changes a boot injection pressure among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 25] It is the rough diagram showing an example of an approach which performs two steps of boot mold injections among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 26] It is the rough diagram showing other examples of the approach of changing a fuel flow passage area among the fuel-injection approaches in the fuel injection equipment concerning the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 27] It is the diagram showing the change condition of the pressure of the intensifier downstream when fuel injection is carried out by the fuel-injection approach in the conventional fuel injection equipment.

[Drawing 28] It is a diagram corresponding to the drawing 2727 (B) showing the change condition of

the desirable pressure of the intensifier downstream when fuel injection is carried out.

[Description of Notations]

30 Fuel Injection Equipment

32 Pressure Accumulator

34 Fuel Injection Nozzle

36 The Main Oilway

38 Fuel Booster Pump

40 Pressure Latching Valve

42 Oil Sac for Injection Control

46 Command Piston

48 Needle Valve

52 Injection Control Valve

54 Intensifier

56 Cylinder

58 Piston

60 Piston Control Valve (Intensifier Control Means)

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

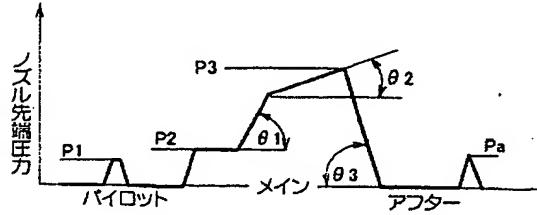
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

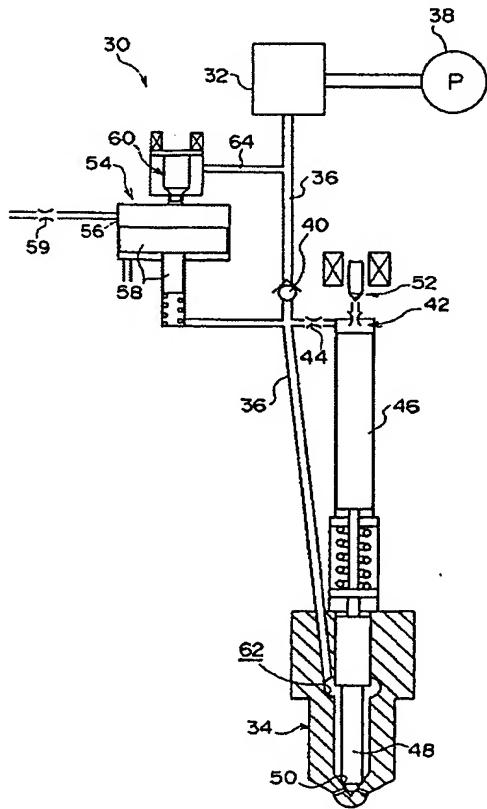
DRAWINGS

---

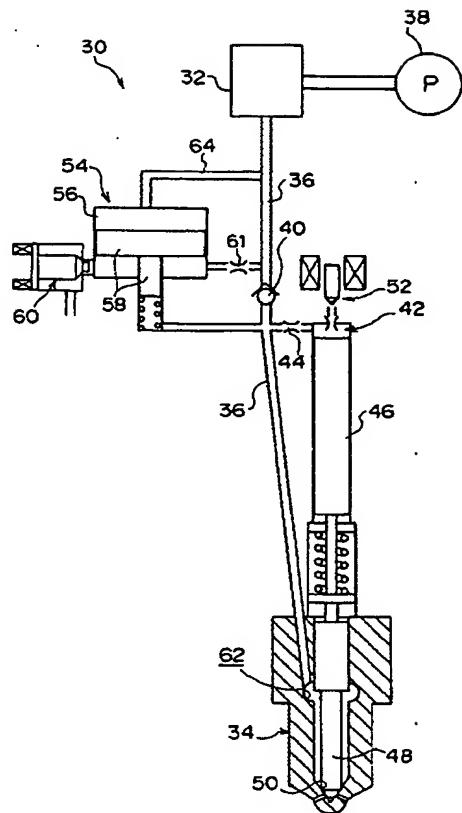
## [Drawing 1]



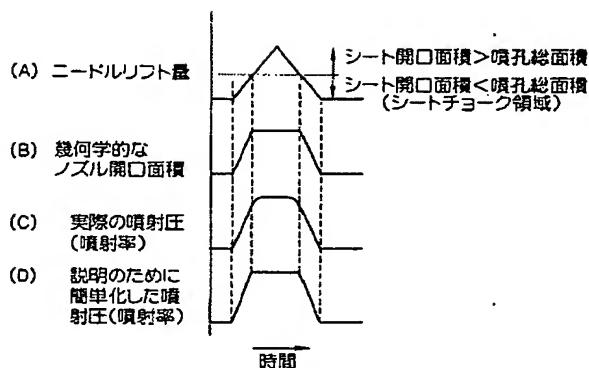
## [Drawing 2]



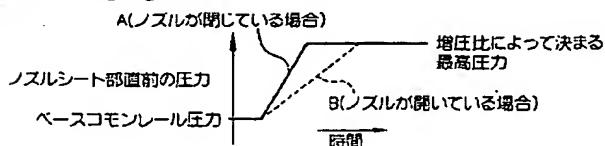
## [Drawing 3]



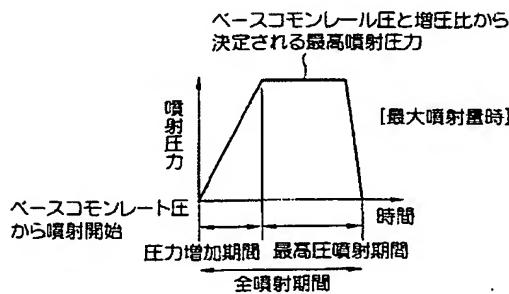
### Drawing 4]



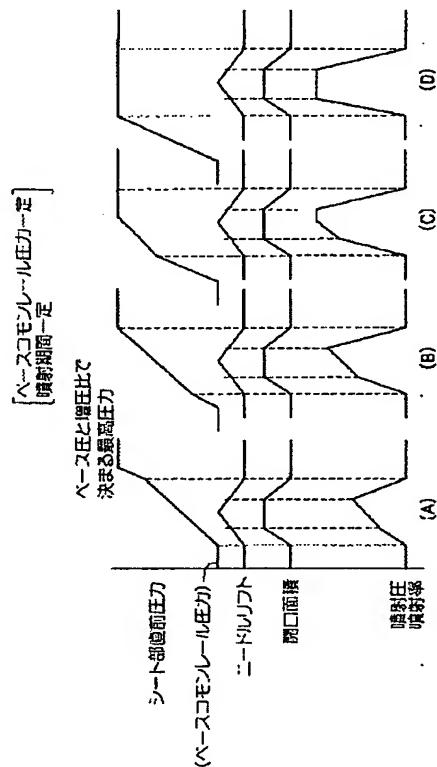
### [Drawing 5]



### Drawing 61

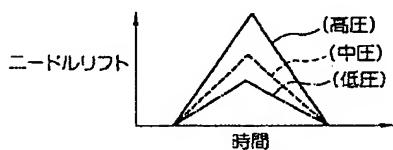


[Drawing 7]

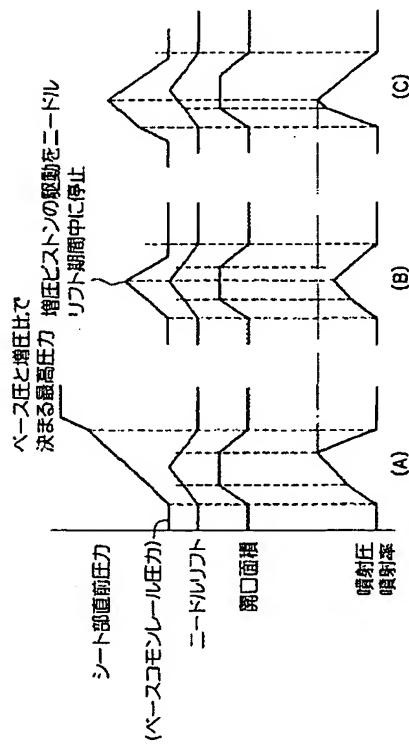


[Drawing 8]

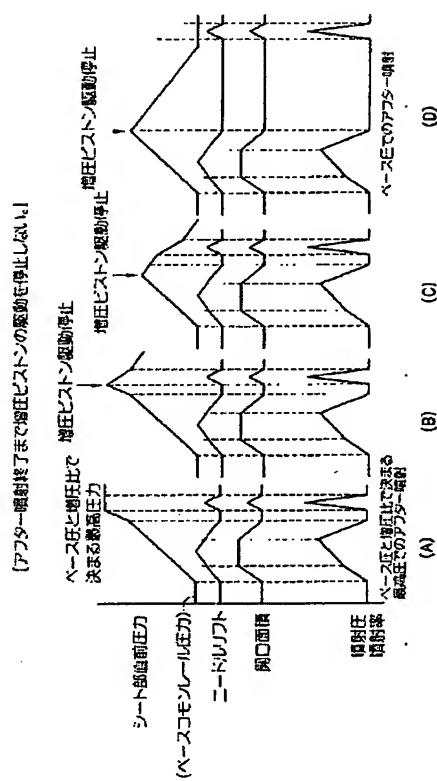
[コモンレール圧が高いほど、リフト速度が高くなる]



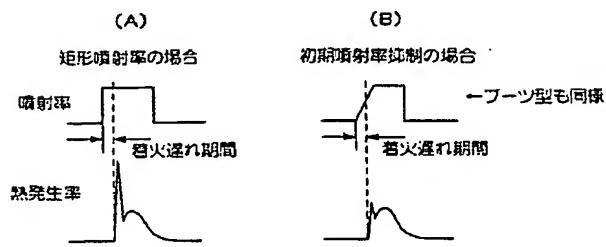
[Drawing 9]



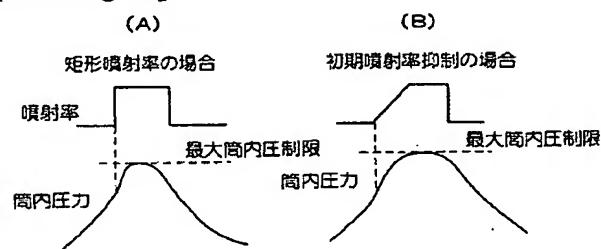
[Drawing 10]



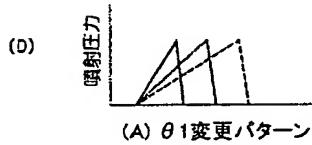
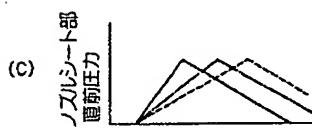
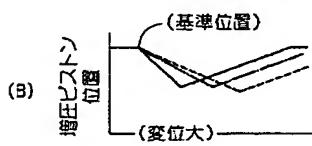
[Drawing 11]



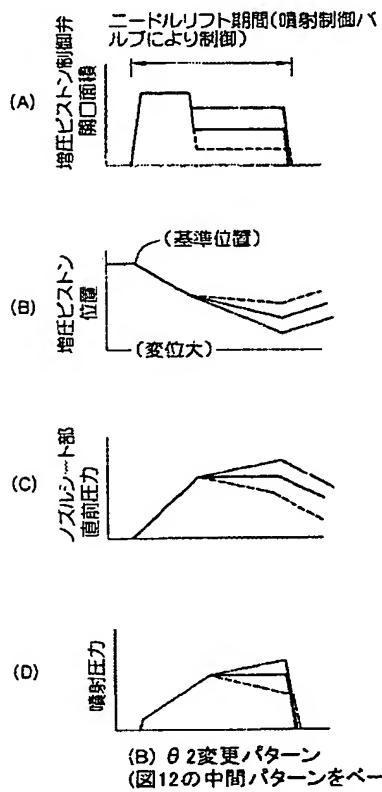
[Drawing 12]



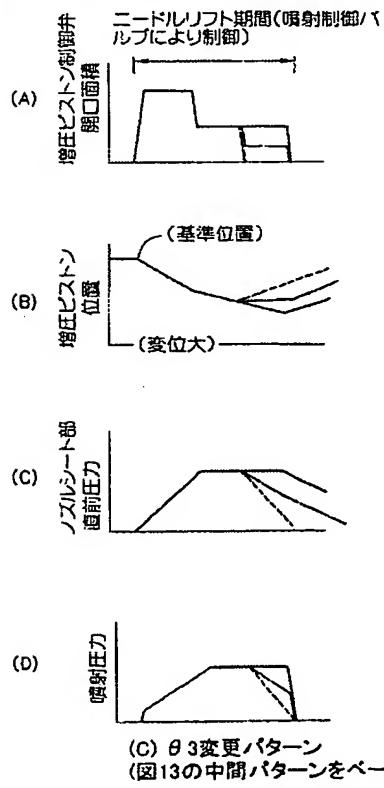
[Drawing 13]



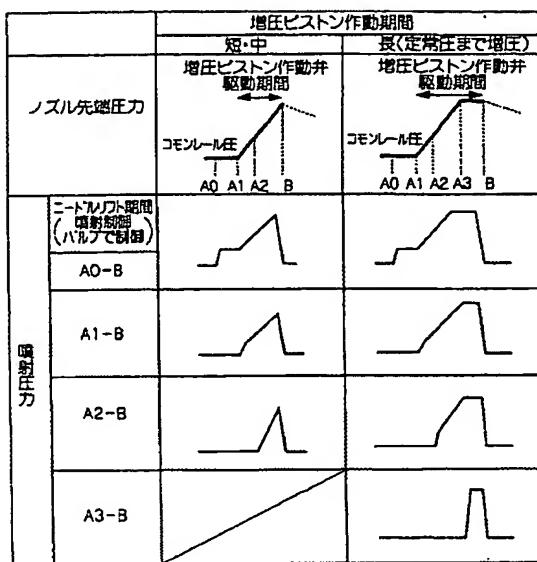
[Drawing 14]



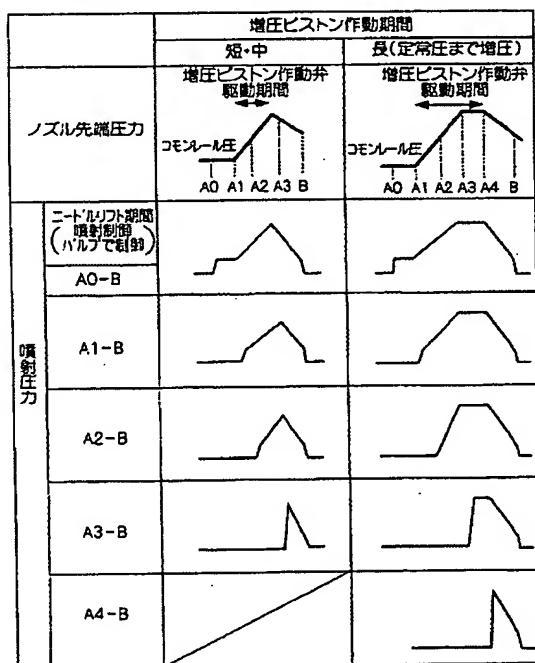
[Drawing 15]



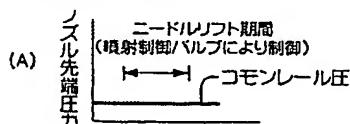
[Drawing 16]

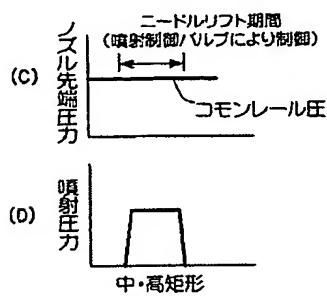
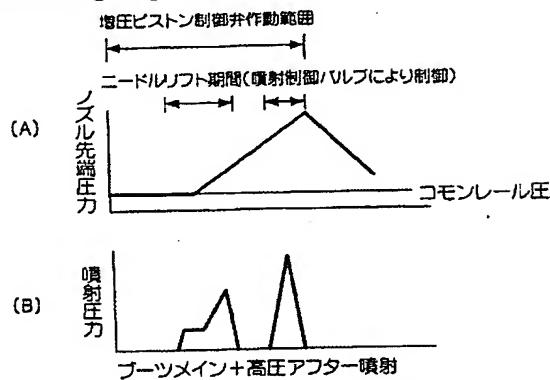
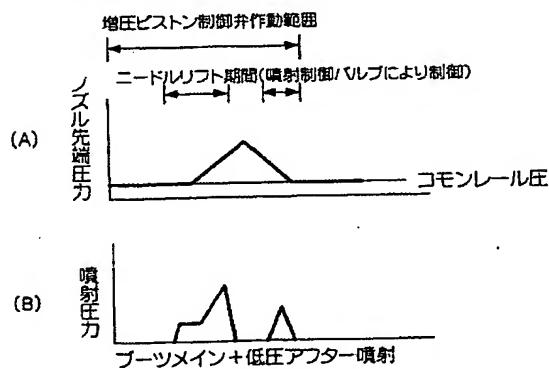


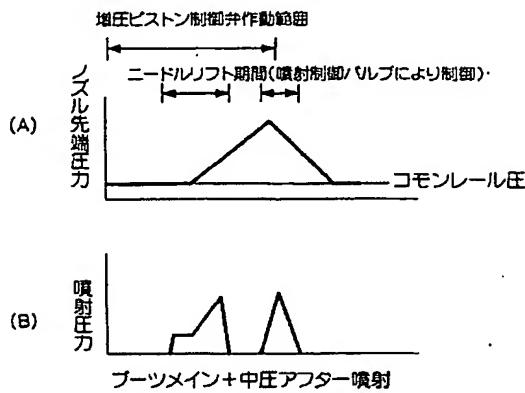
[Drawing 17]



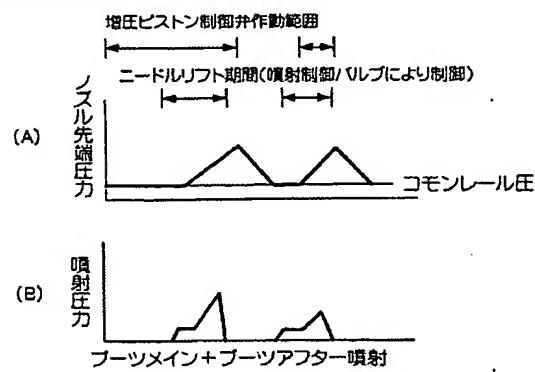
[Drawing 18]



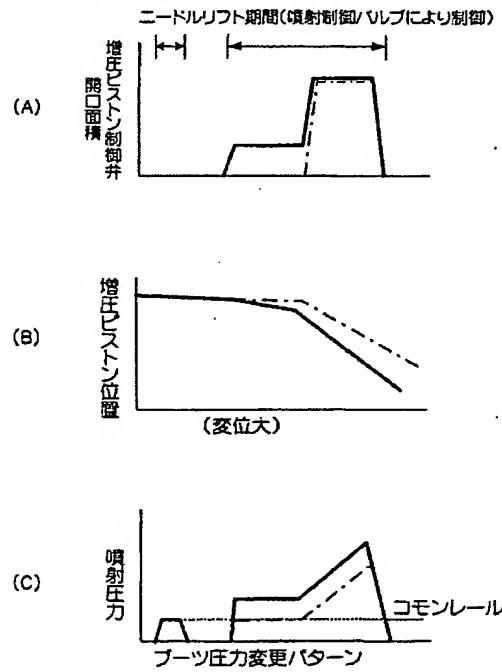
[Drawing 19][Drawing 20][Drawing 21][Drawing 22]



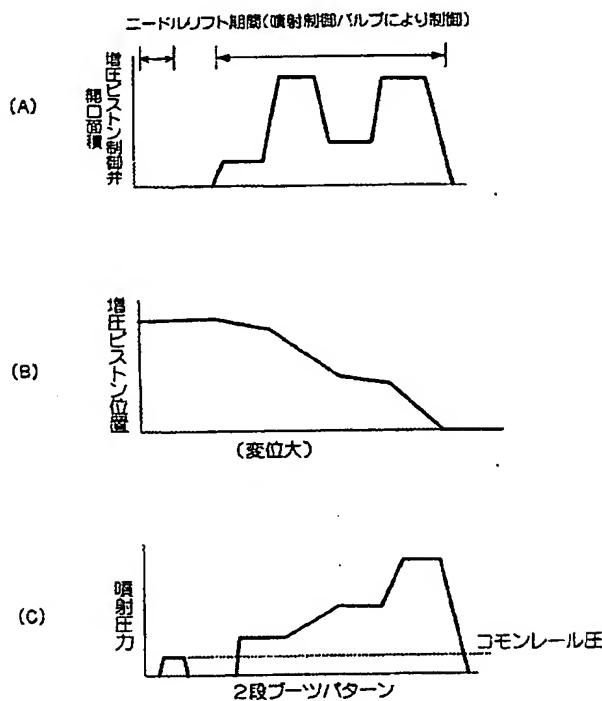
[Drawing 23]



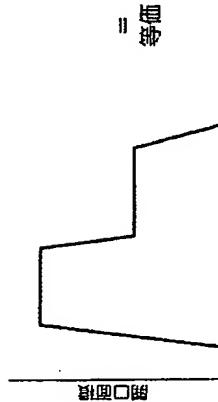
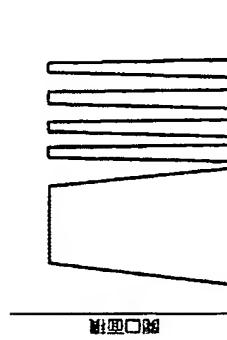
[Drawing 24]



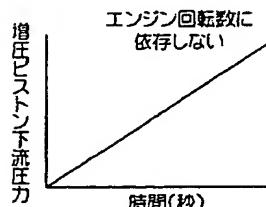
[Drawing 25]



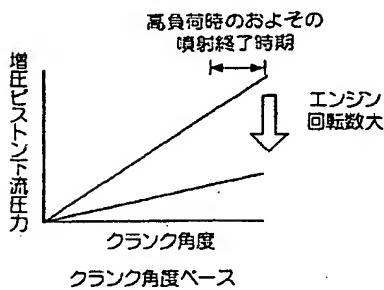
[Drawing 26]



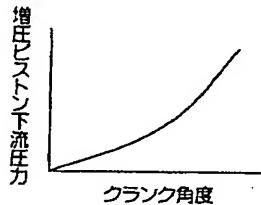
[Drawing 27]



(A)



(B)

[Drawing 28]

---

[Translation done.]